

Anat.

102

L

Anat. 102 £

80

Burckhardt

DAS
CENTRALNERVENSYSTEM
VON
PROTOPTERUS ANNECTENS.

EINE VERGLEICHEND-ANATOMISCHE STUDIE

VON

DR. RUDOLF BURCKHARDT,
ASSISTENTEN DES II. ANATOMISCHEN INSTITUTS BERLIN.

MIT FÜNF TAFELN.

BERLIN.

VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.

1892.



SEINEM HOCHVEREHRTEN LEHRER
HERRN
RUDOLF LEUCKART

ZUM 70. GEBURTSTAGE

IN DANKBARER ERINNERUNG

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

INHALTSVERZEICHNISS.

	Seite
Einleitung	7
I. Beschreibender Theil	9
A. Rückenmark	9
B. Gehirn	12
a) Nachhirn	12
b) Hinterhirn	14
c) Mittelhirn	15
d) Zwischenhirn	18
e) Vorderhirn	23
C. Häute des Gehirns und Rückenmarkes	31
II. Vergleichender Theil	34
A. Das epichordale Gehirn	35
B. Das praechordale Gehirn	37
1. Zwischenhirn	37
2. Vorderhirn	39
a) Lobus hippocampi	41
b) Hemisphärenbildung	42
c) Pallium	43
d) Lobus postolfactorius	44
e) Lobus olfactorius	46
C. Die Phylogenie der Gehirnzellen	49
D. Uebersicht der phyletischen Entwicklung des Gehirns	51
E. Metamerie und Segmentation	54
Litteraturverzeichniss	57
Tafelerklärung	60



EINLEITUNG.

Seitdem die Dipnoër entdeckt worden sind, wurde ihr Nervensystem wiederholt von Zoologen und Anatomen bearbeitet. Abgesehen von den Kenntnissen, welche die älteren Forscher bei einer mangelhaften Behandlungsweise erzielten, sind die ersten genaueren Studien über das Centralnervensystem von Protopterus Serres (No. 3 1863) zu verdanken, welcher eine einigermaassen exacte Beschreibung des Protopterushirns giebt. Hierauf folgte eine kurze Skizze desselben Objectes mit Abbildung von Wiedersheim (No. 14, 1880). Das Hirn von Ceratodus erfuhr durch Beauregard eine gute makroskopische Beschreibung (No. 16, 1881). Die erste Untersuchung, welche auf Grund der Serienschneidetechnik das Hirn von Protopterus bearbeitete, rührt von Fulliquet her (No. 22. 1886). Sollte es scheinen als wäre demnach das Dipnoërgehirn zur Genüge untersucht, so stellt sich doch bei näherer Betrachtung heraus, dass trotz der vielfachen Bearbeitung noch wesentliche Lücken in der Kenntniss des Thatbestandes vorhanden sind, welche zu erneutem Studium dieses Objectes herausforderten. Auch muss die auf Grund der bisherigen Arbeiten dem Dipnoërgehirn angewiesene Stellung angefochten und durch die Resultate neuer Vergleichung verändert werden.

Das kostbare Material, welches die vorliegende Arbeit ermöglichte, verdanke ich der Freigebigkeit von Herrn W. Jezler, welcher im Auftrage der „Compagnie française de l'Afrique occidentale“ mehrere Jahre als Kaufmann in der Nähe von Bathurst, Senegambien, lebte. Er sandte mir zweimal mehrere Kisten mit lebenden Schlammfischen zum Zwecke wissenschaftlicher Ausbeutung zu, und hatte mir schon seine Absicht, der Entwicklung dieser Thiere nachzuspüren, kundgegeben, als er plötzlich dem Fieber zum Opfer fiel. Seinen Verwandten sage ich hier für die Ueberlassung der zweiten Sendung meinen verbindlichsten Dank. So war ich in den Stand gesetzt, eine Anzahl von Gehirnen nach den verschiedenen technischen Verfahren fruchtbringend zu verarbeiten.

Ich überzeugte mich bald, dass die blosse Präparation des frischen Protopterushirns mit vielen Schwierigkeiten verknüpft ist und nur

da Anwendung finden kann, wo es die Technik unbedingt erfordert (Weigert, Golgi). Wo es sich dagegen um möglichst gute Conser-
virung der Plexus des Gehirns und der histologischen Elemente
handelte, brachte ich die Köpfe frisch getödteter Thiere in folgende
Flüssigkeit:

Chromsäure 1%		300 gr.
Osmiumsäure 2%		10 gr.
Salpetersäure conc.		10 gr.

Nachdem die Köpfe 24—48 Stunden (je nach ihrer Grösse) in
dieser Mischung gelegen hatten, wurde dadurch der Schädel so er-
weicht, dass das Gehirn sich leicht herauschälen liess. Ich habe mit
dieser Flüssigkeit auch gute Resultate erzielt, wo Köpfe kleiner
Exemplare in toto geschnitten werden mussten. Die Gehirne wurden
in Kochsalzlösung von 1% während 12 Stunden ausgewaschen und
gradatim in Alkohol nachgehärtet, Als Färbemittel verwendete ich
am liebsten Grenachersches Boraxcarmin mit nachfolgender Färbung
auf dem Objectträger durch Bleu de Lyon 1‰ in schwach alkoho-
lischer Lösung.

Ausserdem wurden Gehirn und Rückenmark nach dem Verfahren
von Weigert und Golgi behandelt; das letztere, welches ich oft
mit grossem Erfolge an Säugethieren verwendet habe, gelingt bei
niederen Wirbelthieren weniger leicht, und nur die Fülle von Material,
welche mir zu Gebote stand, gestattete seine Anwendung.



I. Beschreibender Theil.

A. Das Rückenmark.

Eine Beschreibung des Rückenmarks von *Protopterus* ist zuerst von Fulliquet (p. 57—63) gegeben worden. Da aber dieser Forscher, wie aus seinen Abbildungen hervorgeht, Schnitte vor Augen hatte, welche kaum mehr dem Rückenmark zuzuzählen sind, sondern schon in die *Medulla oblongata* fallen, und da ihm auch die charakteristischen Punkte entgangen sind, so hielt ich eine erneute Untersuchung für nothwendig.

Bei makroskopischer Betrachtung zeigt das Rückenmark keinerlei Anschwellungen in der Cervical- und Lumbalgegend, ein Umstand, der wohl mit der starken Reduction der Extremitäten in Zusammenhang zu setzen ist. Dorsal und ventral ziehen in der Medianebene seichte *Sulci longitudinales* hin, welche auch noch am caudalen Theil des Rückenmarkes bemerkbar sind. Die dorsalen und ventralen Wurzeln alterniren nicht nur paarweise, sondern auch so, dass die der einen Seite in der Regel nicht in dieselbe Querschnittebene fallen. Ein solches Alterniren ist auch von Cyclostomen und Selachiern bekannt; sein Vorkommen bei Thieren, bei welchen eine sehr schwache oder gar keine Gliederung des Axenskeletts vorhanden ist, deutet darauf hin, dass der paarige Austritt der Nerven wohl erst mit vollständiger Erstarrung der Wirbelsäule eintritt. Die Alternation kann sich aber auch auf den Hypoglossus erstrecken; so habe ich in einem Falle gefunden, dass der Hypoglossus der einen Seite zwei, der dahinterliegende ventrale Ast des II. Spinalnerven eine Wurzel besass, indess auf der andern Seite der II. Spinalnerv mit zwei und der Hypoglossus mit einer Wurzel austraten (vergl. Fig. 2).

Fig. 29 giebt das Bild eines Rückenmarksquerschnittes aus der Cervicalgegend wieder: Die graue Substanz gruppirt sich schmetterlingsartig um den Centralcanal und wird von der weissen an Volumen stark übertroffen. Die Stützsubstanz ist in der für niedere Wirbel-

thiere bezeichnenden Weise angeordnet und durchgehend einschichtig. Die Ependymzellen des Centralcanals (sowie auch die der Gehirnv ventrikel) sind mit starken Wimpern versehen, ein Verhalten, das um so eigenthümlicher ist, als bei Amphibien solche Flimmerhaare auch bei sorgfältiger Präparation nicht nachzuweisen sind. Zum ersten Male in der Thierreihe tritt uns hier eine deutlich als Maschenwerk erkennbare Substantia gelatinosa Rolando entgegen (Fig. 29 S. g. R.), welche sich mit Anilinfarbstoffen distinct färbt. Ihre Identität mit der Substantia gelatinosa der höheren Wirbelthiere wird dadurch zur Gewissheit, dass auch die in ihr vorkommenden Zellen bei Versilberung (Fig. 33 a u. b) genau dieselben Formen zeigen, wie sie v. Lenhossék (No. 41 p. 217) von den Zellen der Substantia gelatinosa der Säuger abgebildet und beschrieben hat. Doch möchte ich hiebei nicht behaupten, dass diese Silberbilder in zuverlässiger Weise die Formverhältnisse der Zellen wiederzugeben im Stande seien. Ausser diesen Zellen ist mir nicht gelungen, andere Zellen der Neuroglia am Rückenmark zu imprägniren. Was die nervösen Elemente der grauen Substanz betrifft, so fallen zunächst die Vorderhornzellen auf. Ich habe nie Gelegenheit gehabt, Zellen von ähnlicher Grösse und Deutlichkeit bei verwandten Thieren zu beobachten. Ausser Fig. 29 (Vhz.), welche nach einem Färbungspräparat entworfen ist, gebe ich Fragmente solcher Zellen, die genau nach Silberbildern gezeichnet sind in Fig. 30 u. 31 wieder. Auf dem ersten Blick gewahrt man, dass die Krümmung des Zelleibes der Grenze der grauen und weissen Substanz entlang verläuft; indess sämtliche Dendritenfortsätze hirschhornartig vom Leibe abzweigen und tief in die weisse Substanz hineinragen. Der Axencylinder verläuft gegen die Medianebene und geht bald über, bald unter der riesig entwickelten Mauthner'schen Faser (MF) vorbei, um in die Längsbündel derselben oder der andern Seite des Rückenmarkes überzutreten. Neben diesen grossen Vorderhornzellen finden wir noch solche, die ihrer Grösse und ihrem chemischen Verhalten nach zu den mittleren (im Stieda'schen Sinne) gehören. Ebenfalls mittlere Ganglienzellen bilden die Seitenhörner (Fig. 32); während die Freud'schen Hinterzellen die Seitenhornzellen an Grösse übertreffen, ohne jedoch denen des Vorderhorns gleichzukommen (Hz). Niemals habe ich Zellen finden können, welche Dendritenfortsätze nach der grauen Substanz hin entsandt hätten.

Die weisse Substanz ist in der Medianebene durch eine continuirliche Reihe von Stützsubstanzpfeilern getrennt. Die Markscheiden der Vorderstrangbündel sind stärker als bei Amphibien, erreichen jedoch an relativer Dicke nicht die der Ganoïden. Von ganz aussergewöhnlicher Grösse sind die Mauthner'schen Fasern

(Fig. 29 MF), deren Axencylinder eine deutlich fibrilläre Structur zeigt und auf Längsschnitten die Abzweigung einzelner Fibrillen erkennen lässt.

Färbt man Schnitte des Rückenmarkes nach Pal, so erscheint die weisse Substanz als eine zusammenhängende Schicht markhaltiger Fasern, die sich nicht in einzelne Bündel gegliedert unterscheiden lässt. Dagegen bleibt bei diesem Verfahren die Substantia gelatinosa als ein weisses Maschenwerk ausgespart. Am schwächsten sind die Markscheiden der Längsbündel, welche zwischen der Substantia gelatinosa und der dorsalen Medianebene liegen.

Als eigenthümliche Bildungen fiel mir eine fortlaufende Reihe von Zellen in der weissen Substanz auf, welche in der Nähe der lateralen Rückenmarkswand vorkommen. Schon der Umstand, dass die Längsachse ihres Leibes nicht radial, sondern tangential in pro-ral-caudaler Richtung verläuft, legte mir den Gedanken nahe, es könnte sich hier um Zellen mit stützender Function handeln, welche dem von aussen eingewanderten Bindegewebe und nicht der Neuroglia zugehören. Die Figuren 34 und 35 veranschaulichen eine solche Zelle im Quer- und Längsschnitt: Die Ausläufer sind, wie Fig. 34 zeigt, in keine Beziehung mit der Neuroglia zu bringen, welche die umgebenden Regionen der weissen Substanz radiär durchzieht. Meines Wissens sind solche Zellen erst einmal und zwar von v. Lenhossék (No. 41 Fig. 13 u. 14) gesehen und beschrieben worden; er zählt sie dem Stützgewebe zu, ohne über ihr Entstehen genaueres mittheilen zu können. Ich schliesse mich in dieser Deutung ihm an und glaube, dass diese Randzellen functionell in Beziehung zu bringen seien mit den Hüllen des Rückenmarks, die gerade an dieser Stelle eine besondere Ausbildung erfahren, wie wir unten nachweisen werden. Auf Längsschnitten, welche horizontal geführt sind, lassen sich diese Zellen bis in die caudalen Abschnitte des Rückenmarks verfolgen, während sie nach vorne nicht in das verlängerte Mark übertreten.

Auf Querschnitten durch den caudalen Theil des Rückenmarks zeigen die Ganglienzellen eine Verminderung an Zahl und Volum; Substantia gelatinosa ist noch vorhanden; dagegen haben sich die Mauthner'schen Fasern aufgelöst und laufen in eine Endfaser aus, die an Stärke von den sie umgebenden Fasern nicht absticht. Die motorischen Wurzeln treten lateral aus.

B. Das Gehirn.

a) Nachhirn.

Das Nachhirn von *Protopterus* ist, morphologisch betrachtet, sehr einfach gebaut. Es bildet die vordere Verlängerung des Rückenmarkes in Gestalt einer Keule, die ihren breitesten Durchmesser beim Austritt des Trigemini erreicht (vergl. Fig. 1—4). Dorsal ist es von einem vielfach quergefalteten Plexus abgeschlossen, welcher von einem später eingehend zu schildernden Gebilde (D. s. e.) überlagert wird, sodass bei makroskopischer Präparation nur an den vorderen Ausladungen das Innere der Rautengrube durch den Plexus chorioideus durchschimmert. Auf Querschnitten lassen sich dieselben Längszonen unterscheiden, welche His (No. 53 p. 35 b) vom menschlichen Rautenhirn beschrieben hat. Auch die Rautenlippe ist vorhanden, nur fehlt ihr die äussere Lippenfurche; Bilder, wie sie His vom menschlichen Embryo (No. 53 Fig 18 IV und V.) abbildet, erinnern durchaus an die definitiven Zustände des Gehirns von *Protopterus*.

Wir haben oben flüchtig vom Nervus hypoglossus gesprochen; er tritt genau wie bei den nächstverwandten Wirbelthierklassen als ventrale Wurzel mit zwei Bündeln aus ventralen Kernen der Medulla oblongata.

Sehr complicirt und in einer von Fulliquet's Darstellung abweichenden Art gestaltet sich der Austritt des Vagus. Seinen motorischen Antheil erhält er aus drei ventralen motorischen Wurzeln, deren Bündel aus Nervenkerne ihren Ursprung nehmen, welche die Verlängerung der Vorderhörner in die Medulla oblongata bilden. Am lateralen Rand des Nachhirns treten vier Hauptgruppen von Wurzeln aus:

1. Eine schwache Wurzel lateral dorsal von der hintersten motorischen gelegen, welche den Fasciculus solitarius aufnimmt.
2. Vor dieser eine hintere mit drei lateralen (den Lateralkernen entspringenden) und zwei anscheinend sensiblen Bündeln.
3. Eine durch einen kleinen Abstand von der vorigen und der folgenden getrennte Wurzel, von vier Lateralbündeln, zugleich aber von aufsteigenden Bahnen entspringend.
4. Eine vordere aus zwei Bündeln und zwar aus einem sensiblen und einem lateralen motorischen bestehend. Dorsal treten drei sensible Wurzeln aus, deren Lage dorsal von den beiden hinteren ventralen Wurzeln fällt. Ihre Bündel enden in der Flügelplatte und kreuzen sich zum Theil hinter dem Obex (Fig. 1 D. d.). Unbedingte Sicherheit

in der Feststellung des Faserverlaufs kann freilich bei Färbung allein nicht beansprucht werden, sondern bloss auf dem Wege der Exstirpation, welcher allein ermöglicht, zu unzweifelhaften Resultaten zu gelangen. Dagegen ist der Austritt der Wurzeln und ihre Zusammensetzung einigermaassen festzustellen, namentlich wo Serien, nach drei Richtungen geschnitten, eine Controle erlauben.

In einigem Abstand vor dem reich gegliederten Vagus tritt der Glossopharyngeus aus und zwar mit zwei eng verschmolzenen sensibeln und einer motorischen Wurzel, welche ausser den Fasern der motorischen Kerne auch einen Theil des Fasciculus communis aufnimmt.

Fig. 13 zeigt den Austritt des Acusticofacialis, des mächtigsten Nerven, der die Medulla oblongata verlässt. Eine dorsale Wurzel (VII) erhält motorische Bündel aus den ihr zunächst liegenden Kernen und tritt mit sensibeln Fasern in die dorsalen Regionen der Medulla oblongata ein. Eine ventral davon gelegene mächtige Wurzel erhält Fasern aus dem Fasciculus communis und entsendet ebenfalls sensible Fasern in das Innere der Oblongata (VIII 1). Der stärkste Ast des Acusticus ist der, der sich unmittelbar ventral an den vorigen reiht (VIII 2). Im Gebiet seines Eintritts liegt jene bekannte grosse Zelle, deren Achsencylinder die Mauthner'sche Faser ist. Ueber ihre wirklichen Beziehungen zum Acusticus vermag ich aber nichts Neues beizutragen, da die Zellen der Medulla oblongata der Silberimprägnation widerstreben. Der Versilberung zugänglich waren bloss einzelne Neurogliazellen, welche auch in der Oblongata den einschichtigen Charakter bewahrt haben, den sie im Rückenmark besitzen. Ventral von der grossen Acusticuswurzel tritt noch eine Doppelwurzel aus (VIII 3 und 4), welche zum Theil ihren Ursprung im hintern Längsbündel, zum Theil aber in einem motorischen Kerne nimmt.

Auf denselben Schnitten, welche die Acusticofacialiswurzeln, treffen, begegnet uns ein feiner Nerv, der in einem motorischen Kerne neben dem hintern Längsbündel entspringt, und einen leichten Bogen in lateraler Richtung innerhalb der Medulla oblongata beschreibt, um dann als einzelnes Bündel nahe der Medianebene austritt. Es ist dies der Abducens und sein Vorhandensein würde nichts Auffallendes bedeuten, wenn es schon eher gelungen wäre, ihn bei Dipnoern nachzuweisen. So schreibt Wiedersheim (No. 23 p. 337): „Die Dipnoer allein unter allen Vertebraten, von den Petromyzonten aufwärts besitzen weder einen N. trochlearis noch abducens.“ Wir werden weiter unten auch den Trochlearis nachzuweisen im Stande sein, und die Ausnahmestellung der Dipnoer in dieser Hinsicht wird damit hinfällig. Wäre es ja möglich gewesen, dass bei der

schwachen Entfaltung des Dipnoörauges, oder wenigstens bei der nächtlichen Lebensweise der Thiere, die Augenmuskeln atrophirt und ihre Nerven geschwunden wären, so ist eine solche Reduction nach den vorliegenden Thatsachen nicht zu behaupten, und Protopterus steht in Bezug auf Innervation der Augenmuskeln mindestens ebenso da, wie die Urodelen und Anuren unter den Amphibien, wenn auch die Ausbildung der optischen Muskulatur hinter derjenigen der Selachier zurückbleiben mag.

Der Trigemini tritt wie bei allen Vertebraten lateral an der Brückengegend aus. Seine motorische Wurzel erhält ihre Fasern aus dem Trigeminskern der Rautengrube und dem Mittelhirntrigeminskern (Osborn) oder Dachkern (Rohon); diese Bündel treten vom Mittelhirn durchs Hinterhirn in das verlängerte Mark. Zu einer sensiblen Wurzel vereinigen sich die aufsteigende Trigeminiwurzel und eine dem Hinterhirn entstammende Kleinhirntrigeminibahn.

b) Kleinhirn.

Ueber das Kleinhirn von Protopterus haben sich die bisherigen Untersucher ausserordentlich kurz gefasst. Die beste Beschreibung und Abbildung desselben hat bis jetzt Fulliquet gegeben; doch gehen seine Angaben nicht über eine Darstellung der makroskopischen Anatomie hinaus. Wiedersheim hat den Bau des Kleinhirns von Protopterus als taxonomisches Merkmal für die nahen Beziehungen des Dipnoërgehirns zu dem Amphibiengehirn verwerthet.

Bei Protopterus wie auch bei Amphibien und Cyclostomen ist das Kleinhirn recht deutlich als vordere Begrenzung der Rautengrube zu erkennen, welche die directe Fortsetzung der Seitenplatte bildend nach hinten eingebogen und durch das nach vorne und oben sich anschliessende Mittelhirn in die Tiefe gedrängt ist.

Im Medianschnitt präsentirt sich das Cerebellum ähnlich, doch etwas stärker entwickelt, wie bei Amphibien in Gestalt eines lanzettförmigen Blattes, dessen Spitze in den Plexus des IV. Ventrikels übergeht (Fig. 1). Im Horizontalschnitt zeigt sich, dass es jedoch lateral von der Medianebene sich verdickt und sowohl an grauer Substanz wie an Faserzügen mächtiger entwickelt ist als in der Medianebene selbst (Fig. 9 u. 14). Zellkerne finden sich namentlich in den basalen und lateralen Parthien. Unmittelbar hinter der Isthmuseinschnürung liegt der Trochleariskern, welcher auch nach Ahlborn bei *Petromyzon* (No. 18 pag. 270) nicht auf der Grenze zwischen Mittelhirn und Kleinhirn, sondern im Bereiche des Kleinhirns selbst zu finden ist. Den Nervus trochlearis, der von hier

aus in der Isthmusfurche verläuft, habe ich auf Quer- und Längsschnitten (vergl. Fig. 9 u. 14) gefunden und abgebildet. Serres, Wiedersheim und Fulliquet haben ihn nicht finden können. Vergleichsweise sei hier noch angeführt, dass es weder Osborn bei *Proteus* noch mir bei *Ichthyophis* gelungen ist, den *Trochlearis* und *Abducens* nachzuweisen, wobei ich jedoch hervorheben möchte, dass bei *Gymnophionen*, welche ad hoc conservirt wären, die beiden Nerven entdeckt werden könnten.

Grosse Ganglienzellen, die als Purkinje'sche Zellen anzusprechen wären, habe ich bei *Protopterus* nicht gefunden; auch lassen sich nicht Zellschichten wie sie Wlassak (No. 27) für das weit complicirtere Cerebellum des Frosches unterschieden hat, namhaft machen. Mit Weigert'scher Behandlung, controlirt durch Färbung mit Boraxcarmin und Bleu de Lyon, gelang es mir folgende Bahnen des Kleinhirns zu constatiren.

1. Die mächtige absteigende Trigemusbahn, deren Fasern im Mittelhirntrigeminuskern entspringen, zum Theil das Cerebellum passiren und sich hier kreuzen, um sich nach der Medulla oblongata zu wenden. (D. Mhtr. Fig. 5, 14.)
2. Aus den lateralen Zellschichten entspringen Faserzüge, welche sich nach dem Acusticusgebiet wenden.
3. Aus den Ganglienzellen des Cerebellum geht eine Bahn hervor, die das Mittelhirn passirt, kreuzt und vor dem Opticus umbiegt. Es ist dies der von Edinger neuerdings auch bei Selachiern und Amphibien nachgewiesene Bindearm (Fig. 5 u. 6 Ba.)

Nach dem Gesagten ergibt sich, dass das Cerebellum von *Protopterus*, wie auch die Medulla oblongata eine ziemlich indifferente Form besitzt, wie sie andern niederen Wirbelthieren zukommt, ohne einerseits auf eine blosse Marklamelle herabzusinken und ohne anderseits eine besondere Differenzirungsrichtung einzuschlagen, wie das Kleinhirn der abseits vom Stamme liegenden Teleostier und Anuren.

c) Mittelhirn.

Was die äussere Form des Mittelhirns betrifft, so habe ich den Angaben der Autoren, welche es als einen in dorsaler Ansicht unpaaren ovoïden Körper schildern und abbilden, nichts beizufügen, Weniger genau als die dorsalen und lateralen Abschnitte ist sein Boden bekannt. Auch Fulliquets Beschreibung und Abbildung lässt uns hier im Stiche. Folgen wir, an Hand unserer Figur 1, welche einen Medianabschnitt darstellt, dem Boden des Gehirns von hinten

nach vorne, so sehen wir, dass das Rautenhirn gegen das Mittelhirn durch zwei kleine Buchten abgegrenzt ist, deren eine von der Membrana limitans externa, deren andere (Mhgr.) von der Membrana limitans interna gebildet wird. Die letztere Bucht habe ich als hintere Grenze des Mittelhirns früher bei Amphibiengehirnen beschrieben und bei Vertretern aller Wirbelthierklassen wiedergefunden (No. 46 p. 379), während die ventrale Bucht, welche etwas schräg hinter der ventriculären liegt, bei Amphibienlarven vorhanden ist, bei erwachsenen Individuen aber nicht mehr sicher nachzuweisen war. Vor dieser Grenzmarke verdickt sich der Boden wieder etwas, enthält das Ganglion interpedunculare und die Kreuzung der Bindearme, wie auch des N. oculomotorius. Dann, ziemlich genau senkrecht unter der Commissura posterior biegt der Hirnboden ventral und schief nach hinten um und verdünnt sich zu einem Ependym, welches hier zwei hinter einander liegende Buchten bildet; diese dehnen sich kaum in die Breite aus, und sind nur auf wenigen Medianschnitten zu sehen. Dann folgt wieder eine kleine Verdichtung des Hirnbodens auf Kosten der weissen Substanz. Auch bei Loupenvergrösserung lassen sich diese Falten des Mittelhirnbodens äusserlich erkennen (Fig. 3) und scheinen in Zusammenhang zu stehen mit der gerade hier besonders starken Zusammenfaltung des Gehirnbodens. Nehmen wir mit Zimmermann (No. 43 p. 108) an, dass das Mittelhirn sich in drei Encephalomeren gliedere, so liessen sich wohl die beiden ependymatösen Buchten, welche schon durch ihr Verharren auf dem epithelialen Zustande eine primitive Form ausdrücken, als die Höhlen der beiden vordern Encephalomeren deuten; das dritte Encephalomer wäre dann durch das Ganglion interpedunculare und die kreuzenden Bahnen in seinem Boden verdickt worden. Auch bei Selachiern sind ähnliche Faltungen vorhanden, und es wäre vielleicht gerade hier festzustellen, wie weit sie Reste der Metamerie sind.

In der topographischen Anordnung der Elemente erinnert das Mittelhirn von Protopterus an das der Amphibien. Um den Aquaeductus sylvii gruppirt sich zu beiden Seiten eine centrale graue Substanz und eine ungefähr gleich starke laterale weisse Substanz (vergl. Fig. 14). Hierzu kommt noch, den lateralen Rand der weissen Substanz umsäumend, beiderseits eine mehrfache Lage von Zellen, welche sich dem ganzen Mittelhirn entlang zieht und aufs Kleinhirn fortsetzt. Da ich mit Färbemethoden allein die Natur dieser Zellen nicht sicher zu stellen vermochte, wandte ich Versilberung an und erhielt damit Bilder, wie sie Fig. 43 zeigt: Am Aquaeductus Sylvii stehen Ependymzellen, welche zugleich mit ihrem Stützgerüst die Dicke der Wand durchdringen. Ferner sind Verdickungen, von denen

ebenfalls Neurogliagerüste in die Substanz hineinragen, an der Peripherie, doch kann ich nicht sicher sagen, ob es sich um bloss künstliche Ansammlungen des Silberniederschlags an der Peripherie, also der Stelle des Eindringens handelt, oder ob wirkliche Zellleiber an der Peripherie stehen. Das letztere wäre jedoch schon aus dem Grunde das Wahrscheinlichere, als die grosse Zahl der peripher gestellten Kerne, welche an Färbungspräparaten zu sehen sind, zum Theil wohl solchen Zellen angehört. Wir hätten also hier zum ersten Male bei niederen Thieren ein Auftreten secundärer Gliaelemente (vergl. No. p. 49), während von solchen in den übrigen Hirnparthien nichts zu merken ist. Ausserdem zeigt uns die Versilberung eine zweite Kategorie von Zellen nervöser Art; ihre Ausläufer sind nach innen gerichtet, indess der Axencylinder ventral abbiegt. Das wäre also eine Zellschicht, welche Ueberreste jener bei Fischen so hoch entwickelten Schichten des Mittelhirns (vergl. No. 54 p. 21 u. ff.) repräsentiren würden. Aehnliches hat neuerdings Ramon y Cajal (No. 48) bei der Mittelhirnrinde von Amphibien und Reptilien beobachtet und es ist ihm gelungen, die Axencylinder dieser Zellen in den Opticus zu verfolgen. Ansammlungen grosser Ganglienzellen sind in Gestalt des Mittelhirntrigeminuskerns und des Oculomotoriuskerns vorhanden. Der erstere zieht sich dem Dache des Mittelhirns (Dachkern Rohon) entlang, von der Commissura posterior bis zum Isthmus. Der Oculomotoriuskern ist in zwei Abtheilungen gesondert, eine an der Basis der grauen Substanz, eine zweite in den lateralen Regionen derselben. Dieser zweifache Ursprung des Oculomotorius scheint sich auch bei höheren Wirbelthieren erhalten zu haben, so erwähnt Schwalbe (No. 15) als Abnormität beim menschlichen Oculomotorius den Austritt einer lateralen Wurzel, die variabel und klein sei und vermuthet, „dass sie als eine dorsale (sensible?) Wurzel des Nerven anzusehen sei.“ Dagegen scheint mir nach dem Vorkommen lateraler Kerne bei niederen Wirbelthieren wahrscheinlicher, dass die von Schwalbe gesehene Wurzel eine secrete Portion des Oculomotorius sei, welche aus den Lateralkernen entspringe, also ebenfalls motorischer Natur sei. Der Austritt des Oculomotorius findet sich auf Fig. 6 abgebildet.

Als Bahnen des Mittelhirns sind zu constatiren:

Es entspringen: Mittelhirntrigeminusbahn, Tractus opticus und N. oculomotorius.

Es treten ins Mittelhirn ein: Eine Faserbahn von der Supracommissur her, die Schleife, die Commissura posterior, die Meynert'schen Bündel.

Es passiren das Mittelhirn: Das basale Vorderhirnbündel, die Bindearme, die directe Zwischenhirnbahn (hinteres Längsbündel).

Haben die bisherigen Hirnregionen von *Protopterus* wenig von andern niederen Wirbelthieren Abweichendes geboten, so beginnt mit dem Zwischenhirn und namentlich seiner Decke eine Summe von Verhältnissen, welche gerade für die Dipnoer höchst charakteristisch sind und uns die wichtigsten Werthe zur Beurtheilung des Dipnoergehirns liefern werden. Wir stossen hier auf einen Gegensatz zwischen dem epichordalen und prächordalen Gehirn, der weiter unten noch eingehender erörtert werden soll.

d) Zwischenhirn.

Verdienen die lateralen und ventralen Parthien des Zwischenhirns in Folge ihrer grossen Aehnlichkeit mit denen aller niederen Wirbelthiere weniger Beachtung, so zeigt andererseits die Decke einen Bau, der bisher nicht beobachtet und gewürdigt worden ist. Fulliquet (p. 97—107) ist die Zwischenhirndecke überhaupt entgangen, und er hat die Ganglia habenulae für die Zirbel angesehen, ein Fehler, welcher schon von Osborn (No. 32, p. 83) zurückgewiesen wurde. Verschiedene andere Forscher haben mehr oder weniger deutlich Abschnitte des Plexus chorioideus superior als Zirbel beschrieben, ohne indess dieses Organ selbst vor Augen gehabt zu haben. So äussert sich Owen (No. 1 p. 339): „In the angle between the representative of the bigeminal bodies and the interspace of the hemispheres, there is a well developed pineal gland.“ Huxley (No. 8 p. 29) schreibt: „Dorsally the thalamencephalon is continued upwards and forwards into the subcylindrical peduncle of the pineal gland (epiphysis or conarium). This is a large heart-shaped body, the base of which is turned downwards and backwards. The apex is connected by fibrous and vascular tissue, with a depression in the cartilaginous roof of the skull.“ Diese beiden Notizen übersetzt und reproducirt Ehlers (No. 10 p. 620) in seiner ausführlichen Arbeit über die Epiphyse der Plagiostomen. Aehnlich schreibt Wiedersheim (No. 14 p. 181): „Dorsalwärts ist das Zwischenhirn durch ein tiefes, vom Hirnschlitz eingenommenes Thal vom Vorderhirn abgesetzt. Dasselbe ist jedoch durch eine häutige mit der Pia mater zusammenhängende Kuppel, oder Kapsel überbrückt, die rings an den Rändern entspringt, deren Bedeutung mir aber nicht klar geworden ist. Auf ihrer Oberfläche fand ich eine kleine Oeffnung,

von der ich nicht weiss, ob sie natürlich oder künstlich entstanden ist. Der vordere, steil abstürzende Theil der Kapsel, welcher im Gegensatz zur ganzen übrigen, durch ein transparentes Aussehen charakterisirten Partie, opak und verdichtet erscheint, hängt mit den Adergeflechten der Ventriculi laterales zusammen und ist ihnen selbst in histologischer Beziehung zuzuweisen.“ „Bis ich genauere histologische Details gesammelt hatte, war ich geneigt, das Organ für eine Zirbeldrüse zu halten, bald jedoch kam ich von jenem Gedanken zurück und gewahrte nach Entfernung der häutigen Kapsel ein auf der Mitte zwischen Mittel- und Zwischenhirn liegendes dorsalwärts stark emporspringendes Knötchen. Ich habe dasselbe bei Fig. 20 und 21 bei Z. durchschimmernd gezeichnet und will noch hinzufügen, dass es mit seiner Vordercircumferenz jäh abstürzt und mit der übrigen Hirnmasse continuirlich und ohne irgend welche Abgrenzung zusammenhängt. Gerade letzterer Umstand liess mir seine Zirbelnatur zweifelhaft erscheinen, während ich andererseits in Verlegenheit wäre, wo jenes Organ bei Protopterus zu suchen sein sollte?“

Hierauf folgte die Arbeit von Cattie (No. 17), in welcher die Mittheilungen von Huxley und Wiedersheim reproducirt wurden.

Auch Serres (No. 3 p. 542) spricht von der Zirbel: „un petit corps blanchâtre et presque quadrilatère, enchâssé dans l'écartement postérieur des lobes cérébraux: c'est la glande pinéale, dont le volume dépasse beaucoup celui qu'il présente chez les poissons osseux et cartilagineux, ainsi que chez les reptiles.“ Er schildert dieses Gebilde (p. 544) ausführlich, so dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass er dasselbe als Zirbel betrachtet, was Owen und Huxley. Ebenso beschreibt Beauregard (No. 16 p. 233) die „Zirbel“ von *Ceratodus*: „La partie supérieure du cerveau intermédiaire est constitué par une lame un peu courbée à la concavité antérieure séparée de la face postérieure des hémisphères par une fente transversale profonde. L'ouverture de cette fente est fermée par une membrane transparente dans laquelle, en avant, est enchâssée une petite masse cordiforme de substance opaque, qui paraît répondre à une epiphyse et s'appuie sur la commissure postérieure des deux hémisphères. Wiedersheim décrit une disposition très semblable chez le *protopterus*“. Offenbar meint hier Beauregard das Organ, welches Wiedersheim als Kuppel bezeichnet.

Aus all diesen Citaten geht hervor, dass Owen, Huxley, Serres und Beauregard einen blasenartigen Körper auf dem Zwischenhirn liegen sahen, den sie makroskopisch richtig beschrieben, aber als Zirbel angesprochen haben. Wiedersheim hielt die Ganglia habenulae bei makroskopischer Betrachtung für die Zirbel und Fulli-

quet folgte ihm insofern, als er bei mikroskopischer Untersuchung die genannten Körper nicht als Ganglia habenulae erkannte, sondern für die Zirbel in Anspruch nahm.

Ich selbst (No. 37) habe früher geglaubt, die Zirbel von Protopterus gesehen zu haben und gestehe gerne zur Vermeidung von Missverständnissen, dass ich nur einen Theil der Zirbel vor mir hatte. Vorausschickend bemerke ich, dass ich alle vor der Supracommissur gelegenen ependymatösen Zwischenhirngebilde als *Tela chorioidea superior* zusammenfasse. Betrachten wir nun die Decke des Zwischenhirns an Hand eines Medianschnittes, so stoßen wir vor der Commissura posterior zunächst auf ein kurzes wenig starkes, aber immerhin nicht bloss ependymatöses Schaltstück (Fig. 52, P. int.), welches sich nach vorne hin verdünnt. Hieran reiht sich eine abermalige Verdickung des Zwischenhirndaches, welche die Supracommissur enthält; wo diese beiden Abschnitte aneinanderstossen erhebt sich die Zirbel. Sie besteht aus einem schräg nach vorne verlaufenden, korkzieherartig gewundenen Stiel, der in seiner hintern Abtheilung hohl und in seiner vordern solid ist; an seinem horizontal umgebogenen Ende trägt er das Zirbelbläschen (Zb), ein drüsiges Säckchen, bisweilen mit Gries erfüllt. Eine Communication der Höhle des Zirbelstiels mit dem III. Ventrikel liess sich nicht mit Bestimmtheit nachweisen, doch halte ich eine solche für möglich. Vor der Commissura superior erhebt sich das Zwischenhirndach und bietet mit seiner Wand eine Unterlage für die Zirbel, daher diese Stelle von Edinger zuerst Zirbelpolster genannt wurde (Zp). Dann biegt das Dach nach unten um und bildet das Velum, eine nach innen gerichtete Hauptfalte, welche noch weitere Nebenfalten erzeugt. Hierauf steigt das Epithel wiederum unter häufigen Kräuselungen dorsalwärts und bildet einen primitiven Adergeflechtknoten, für welchen ich den ausser Brauch gekommenen Namen Conarium vorschlagen möchte; seine vordere Wand fällt ventralwärts ab und geht nach Abzweigung paariger Gebilde in die Medianwand des Vorderhirns über.

Lässt sich so der Medianschnitt zur Betrachtung des Zwischenhirns verwerthen, so verdienen auch die paarigen Bildungen des Zwischenhirndaches Beachtung. Beim Durchgehen der Querschnitte finden wir auf Fig. 16 den Zirbelstiel auf dem III. Ventrikel aufsitzen. Fig. 17 zeigt die Ganglia habenulae und die aus ihnen entspringenden Meynert'schen Bündel, darüber wölbt sich das Zirbelpolster und in seiner Mediane verläuft wieder der Zirbelstiel. Fig. 18 zeigt das Zirbelbläschen, darunter das Velum und zu beiden Seiten die blasenartig gewölbten Wände der *Tela chorioidea superior*. Fig. 19 und 20 zeigen die reichen Faltungen des Conariums (Adergeflecht-

knotens). Ausserdem finden sich laterale Faltungen auf Fig. 20, welche die seitlichen Theile der Tela bilden; es sind dies die Plexus inferiores, aus denen des weiteren die Plexus hemisphaerium entspringen und deren homologen Abschnitt wir im vergleichenden Theile bei anderen Thieren nachweisen werden. Da die Fig. 16—20 einem aus der Schädelkapsel entfernten Gehirn entstammen, bilde ich auf Taf. IV in Fig. 42 einen Schnitt durch die Zirbel eines in situ erhaltenen Gehirns von einem jungen Exemplar ab. Hier ist die Zirbel nicht zwischen den Falten der Tela versunken, sondern liegt auf derselben und ist zugleich mit ihr durch Arachnoidea am Schädeldach angeheftet. Damit stimmt auch die Beobachtung Huxley's (s. o.). Ich kann noch hinzufügen, dass das Knorpelcranium an dieser Stelle ein Loch zeigt, welches bloss durch das Frontoparietale zuge deckt wird. Der Uebersichtlichkeit wegen stellen wir nochmals die zwischen der Commissura posterior und dem Vorderhirn gelegenen Abschnitte des Zwischenhirndaches zusammen:

Commissura posterior

Schaltstück (Pars intercalaris)

Zirbel { a) Zirbelstiel
b) Zirbelbläschen

Commissura superior

Zirbelpolster

Velum

Adergeflechtknoten (Conarium)

Plexus a) inferior et hemisphaerium sin.

b) inferior et hemisphaerium dex.

} Tela chorioidea superior
(„Zirbel“ der Autoren).

Erst durch diese aus genauem Schnittstudium gewonnene Uebersicht lässt sich das Bild verstehen, welches bei sorgfältiger Herausnahme des Gehirns erhalten wird. Was die Autoren als herzförmigen Körper, Kuppel etc. beschrieben haben, ist ein Complex von Gebilden, entstanden durch die reiche Entfaltung der Tela chorioidea superior, aber weder der Zirbel noch dem Adergeflechtknoten entsprechend. Seine äusserliche Einheit hat die Autoren verführt, ihn für ein einheitliches Gebilde anzusehen. Auf Fig. 3 und 4 habe ich das Bild wie es sich bei Lupenvergrösserung betrachtet, wiedergegeben, muss jedoch bemerken, dass namentlich das Verhalten der Zirbel, welche schwer zu sehen ist, etwas schematisirt werden musste.

Im Uebrigen ist der Bau des Zwischenhirns sehr einfach und weicht nicht wesentlich von dem anderer niederer Wirbelthiere ab. Zellen treten nur im Centralgrau auf. An der Grenze des Zwischenhirns und des Mittelhirns liegt ein Kern riesig grosser, weit verzweigter Ganglienzellen, durchzogen von der Commissura posterior

und den Meynert'schen Bündeln (Figg. 5 und 15 Zk). Es ist derselbe Kern, welchen Mayser (No. 56 p. 287) und Fritsch (No. 12 p. 82) für die Teleostier beschrieben und abgebildet haben. Auch hier senden die grossen Ganglienzellen Achsencylinder in caudaler Richtung, welche sich zum hinteren Längsbündel zusammenschliessen.

Gegenüber den Darstellungen, welche behaupten, *Protopterus* habe keine *Lobi inferiores* kann ich die gegentheilige Ansicht stützen; auch finde ich die Höhlen als wohlbegrenzte Buchten des III. Ventrikels (Fig. 10). Doch bleibt auch in dieser Hinsicht das Gehirn von *Protopterus* relativ einfach.

Die Faserbahnen des Zwischenhirns von *Protopterus*, soweit ich solche beobachten konnte, stimmen alle mit denjenigen der Amphibien und Selachier, welche neuerdings Edinger des Eingehendsten beschrieben hat (No. 47), überein. Ich habe sie auf Fig. 5 u. 6 abgebildet, soweit es mir gelang, sie durch Färbungen sichtbar zu machen.

I. Nach dem Vorderhirn verlaufen:

1. durchgehend: das basale Vorderhirnbündel;
2. entspringend:
 - a) die *Decussatio postoptica* (Edinger),
 - b) die *Taenia thalami* oder *Tractus descendens ad prosencephalon* (Edinger).

II. Nach dem Mittelhirn:

- a) *Tractus opticus*;
- b) *Tractus gangl. hab. ad mesencephalon* (Edinger);
- c) *Fasciculus retroflexus*.

III. Nach dem Cerebellum:

- a) die Bindearme.

IV. Nach der Medulla oblongata:

- a) das hintere Längsbündel, directe Zwischenhirnbündel (Osborn);
- b) das Meynert'sche Bündel.

Die Hypophyse besteht auch hier aus einem nervösen und einem drüsigen Antheil. Der nervöse Abschnitt wird aus der verlängerten und tubulös gefalteten Wand des Trichters gebildet und enthält ausser Zellkernen der Neuroglia auch Marksubstanz. Ich bezeichne diesen Abschnitt mit Edinger kurz als *Saccus vasculosus*. Der drüsige Theil liegt mit einer dünnern Schicht dem nervösen ventral an, erstreckt sich aber weiter caudalwärts und ist mit seiner Hauptmasse nach vorne umgebogen und zwar so, dass eine Blutgefässe führende Tasche des Cranialraumes entsteht (Fig. 1, 2 u. 10). Stehen die Tubuli des *Saccus vasculosus* horizontal, so macht sich

im drüsigen Theil eine dorsoventrale Anordnung bemerkbar. Reiche Gefässe treten vom Boden des Cranialraumes an den drüsigen Theil, wie dies Edinger (No. 47) und Rex (No. 44) bei Selachiern und Amphibien beschrieben haben.

Was die äussere Gestalt der Hypophyse betrifft, so ist diese s. Z. von Serres (No. 3 p. 546) als eine epiglottisähnliche richtig bezeichnet worden. Fulliquet bildet sie als runde Kugel ab; aus seinen Beschreibungen und Abbildungen zu schliessen, hatte er wohl überhaupt bloss Fragmente des Organs vor Augen.

e) Vorderhirn.

Nächst dem Zwischenhirn ist es begreiflicher Weise das Vorderhirn, von dem für die Beurtheilung des Protopterusgehirns am meisten zu erwarten ist. Es ist bisher bloss von Wiedersheim und Fulliquet abgebildet worden, wobei jedoch gerade die charakteristischen Punkte nicht zur Geltung gekommen sind.

Während über die caudalen Regionen des Vorderhirns wenig Worte verloren wurden und von thatsächlichem Interesse nur eine Interpretation der Fulliquet'schen Abbildungen durch Edinger zu verzeichnen ist, haben sich die Untersucher nicht einigen können, ob ein Lobus olfactorius vorhanden sei oder nicht. Zur ersten Ansicht bekennt sich Wilder (No. 32); Serres und Wiedersheim (No. 14 p. 180) haben keinen differenzirten Bulbus olfactorius gesehen. Fulliquet unterscheidet zwischen „Lobe olfactif“ und „Lobule olfactif“; den ersteren soll Protopterus nicht besitzen (p. 15 u. 116 und Fig. 1—3); dagegen einen „Lobule olfactif“ (p. 27, 28, 54, 113 u. 118). Aus seinen weiteren Ausführungen geht hervor, dass er unter dem „Lobe“ einen makroskopisch separirten Hirntheil versteht; der „Lobule olfactif“ wäre dann ein bloss durch histologische Differenzirung unterscheidbarer Abschnitt. So hat auch Wiedersheim Fulliquets Angaben verstanden, wenn er seine frühere Ansicht corrigirend, im Lehrbuche p. 299 schreibt: „Während die Lobi olfactorii bei Sturionen nicht sehr hervortreten und bei Protopterus äusserlich nicht erkennbar, innerlich aber im Bereich der dorsalen Hemisphärenwand wohl entwickelt sind (Fulliquet)“ Diese Unentschiedenheit in Sachen des Lobus olfactorius hätte durch sorgfältige Betrachtung eines frisch präparirten Hirns leicht gehoben werden können. Aber Fulliquet's Zeichnungen des gesamten Gehirns sind nicht nach der Natur, sondern nach einer Reconstruction und zwar einer mangelhaften angefertigt und haben daher den Autor über so viele Punkte nicht ins Klare kommen lassen. Von der

Taxation des Protopterusvorderhirns durch die Autoren wird im vergleichenden Theile die Rede sein. Bezüglich der Nomenclatur der Olfactoriusregion schicke ich voraus, dass ich mit Gegenbaur alles, was zwischen dem Vorderhirn und den Fila olfactoria liegt, als Lobus olfactorius begreife, der wiederum in drei Abschnitte zerfallen kann: Tuberculum, Tractus und Bulbus.

Betrachten wir nun das gesammte Vorderhirn von seiner dorsalen Seite (Fig. 4), so sehen wir, dass es in zwei wohl gesonderte Hemisphaeren zerfällt, deren vorderes Drittel durch eine Furche abgegliedert ist und als Tuberculum olfactorium wird nachgewiesen werden. Lateral am hintern Ende des Vorderhirns treten zwei ventrale Ausladungen unter der dorsalen Wölbung hervor (L. h.); der mittlere Theil (Vh.) zeigt keine Eigenthümlichkeiten. Ergänzen wir diese Anschauung durch die seitliche Ansicht (Fig. 3), so gestaltet sich das Hirn so, dass sich vier Wölbungen erkennen lassen: vorne dorsal das schon genannte Tuberculum olfactorium, ventral von ihm (durch eine Furche Fissura prima getrennt) eine rundliche Vorwölbung, welche die Autoren bisher übersehen hatten; ich bezeichne sie als Lobus postolfactorius (L. po.); die schwächste der vier Wölbungen ist die dorsal hinten liegende, ich habe sie nicht näher bezeichnet, da sie structurell in keiner Weise von dem übrig bleibenden Vorderhirnthteile abweicht und mit ihm zusammen der Mantelregion höherer Wirbelthiere entspricht. Das gesammte Vorderhirn ist seitlich comprimirt. Das Tuberculum olfactorium ist also durch eine deutliche Furche vom Vorderhirn ringsum abgesetzt; seine Längsstreifen hat schon Serres beschrieben und dieselben für den austretenden Olfactorius erklärt. Am stärksten ist die seitliche Horizontalfurche ausgeprägt und sie greift so tief ein, dass sie auf eine kurze Strecke mit der median gelegenen Furche zusammentrifft und so den vom Tuberculum nach vorne verlaufenden Tractus olfactorius in einen dorsalen und einen ventralen Ast zerlegt (Figg. 26—28), zwischen denen sogar Blutgefäße durchtreten können. Diese Spaltung erinnert lebhaft an das von Gymnophionen, Urodelenembryonen und *Pipa dorsigera* bekannte Verhalten des Olfactorius, greift aber nicht so weit durch, sodass der Tractus olfactorius nicht getheilt bleibt, sondern geschlossen in den Bulbus eintritt, welcher der Riechschleimhaut unmittelbar anliegt in Gestalt eines langgezogenen Wulstes, wie er bei Rochen vorkommt (Fig. 46). Ich betone diesen Befund gegenüber der Angabe von Parker (No. 24), welcher zwar auch die Duplicität des Olfactorius erkannte, aber die beiden Aeste unvereinigt ins Cavum nasale eintreten lässt. Nach dem oben Beschriebenen liegt also keine Veranlassung vor, mit Fulliquet Protopterus einen eigent-

lichen Lobus olfactorius abzusprechen, da sich ein solcher in allen Fällen bei guter Conservirung als vom Vorderhirn deutlich durch eine Furche begrenzter Abschnitt erkennen lässt.

Längszonen. Ludwig Löwe und namentlich His (No. 31) haben in die Betrachtungsweise des Gehirns die Eintheilung in Längszonen eingeführt und dadurch einen Gesichtspunkt gegeben, welcher neben der Verticalgliederung des Gehirns in Bläschen und Segmente auch eine Gliederung in horizontale Längsstreifen oder Zonen durchzuführen erlaubt. Ist auch bisher eine genaue Anwendung dieses Principes der Längszonen durch das ganze Hirn nicht geschehen, so lässt doch diese Betrachtungsweise sich namentlich im epichordalen Theil des Gehirns wohl durchführen, weil hier die Möglichkeit gegeben ist, aus dem Rückenmark die Verwandlung der Zonen durch die Medulla oblongata auf das embryonale Kleinhirn und sogar auf das Mittelhirn auszudehnen (vergl. His No. 31). Was der praktischen Durchführung der Längszonen hinderlich im Wege steht, ist der Umstand, dass im epichordalen Gehirn die ventralen Zonen besonders reich entfaltet sind. Die ventralen Zonen finden aber mit der Axe des Gehirns ihren Abschluss, ob man nun das Ende der Hirnachse in die Lamina terminalis verlegt, oder, wie es His will, in den Trichter. Dagegen differenziren sich nach vorne zu die dorsalen Zonen, sodass wir genöthigt sind, die sämtlichen Parthien des Vorderhirns als homodynam dem Dache des IV. Ventrikels zu betrachten, wobei sich dann wieder Gliederungen in mehrere Zonen ergeben würden. Was am Vorderhirn also ventral liegt und Ventralzone benannt werden muss entspricht deswegen noch keineswegs den Ventralzonen der Medulla oblongata. Ich habe mir über diese Fragen dadurch Klarheit verschafft, dass ich Modelle der Gehirnventrikel von Urodelen anfertigte und als Grenzen für die Zonen derjenigen Buchten benützte, welche bei jedem Querschnitt an den seitlichen Wänden der Ventrikel sichtbar sind, obschon sie in den Beschreibungen pflegen vernachlässigt zu werden. Ferner lassen sich die Stellen, an denen das Ependym in Marksubstanz übergeht, also verwenden; endlich Unterschiede in der Structur der Gehirnssubstanz. Wohl weiss ich, dass, um den Werth der Längszoneneintheilung in weitem Kreise glaubhaft zu machen, ihre unbedingte Fruchtbarkeit erst an einem möglichst geeigneten Object, z. B. dem Selachiergehirn, zu erweisen wäre; das ist bis jetzt nicht geschehen. Andererseits glaube ich, es sei immerhin wünschbar, dass das Aufsuchen von gleichwerthigen Längsabschnitten im Sinne einer morphologischen Auffassung ebensowohl liege, als die Eintheilung in verticale Segmente. Ich theile also die Querschnitte des Vorderhirns (Figg. 21—25)

durch radiale Linien in Längszonen, die sich folgendermaassen charakterisiren lassen:

1. Eine Ventralzone (vielleicht der Flügelplatte von His entsprechend): sie besteht aus einem Centralgrau und einer weissen Substanz. Bei letzterer findet sich in den caudalen Parthien des Vorderhirns ausserdem eine zweite Schicht von Ganglienzellen (Hirnrinde), welche sich nach vorne in diskrete Zellanhäufungen auflöst (Figg. 20—23), um nach vorne ganz zu verschwinden. Grenzen: β und γ .
2. Eine Medialzone (einem Theil der Deckplatte entsprechend): sie zeigt abweichend von den beiden andern Zonen eine lockere Anordnung ihrer zelligen Elemente und wird von den Autoren allgemein als Corpus striatum aufgefasst. Eine Furche, welche sie von der Ventralzone trennt, ist nur in caudalen Regionen bemerkbar (β), dagegen bleibt die Structur dieser Zone durch's ganze Vorderhirn dieselbe. Grenzen: β und α .
3. Eine Dorsalzone (einem Theile der Deckplatte entsprechend): sie besteht ebenfalls aus Centralgrau und weisser Substanz. Diese enthält (Figg. 21—25) eine Hirnrinde (I. Zsch) und ausserdem in ihren dorsalen vordern Regionen eine äusserste Zellschicht (A. Zsch). Sie ist der ganzen Länge nach (Figg. 20 bis 25) gegen die Ventralzone hin durch eine deutliche Furche abgetrennt. Grenzen: α und γ .

Untersuchen wir nun die Stärke der verschiedenen Zonen, so zeigt sich, dass im hintern Theil des Vorderhirns die Ventralzone die andern an Mächtigkeit weit überragt, um nach vorne auf höchstens $\frac{1}{3}$ der gesammten Masse herunterzugehen (Figg. 21 und 25). Umgekehrt nimmt die Dorsalzone von hinten nach vorn beständig zu und macht schliesslich allein den Lobus olfactorius aus. Die Medialzone wächst, nimmt aber im vordersten Theile wieder stark ab, sodass sie weder an der Bildung des Lobus olfactorius, noch des Lobus postolfactorius Theil hat. Ich bemerke hier noch, dass diese Eintheilungen nicht bloss vom Protopterusgehirn abstrahirt sind, sondern sich auch am Urodelengehirn, hier freilich in sehr verwischter Form wiederfinden.

Nach diesen Erörterungen wird man mich begreifen, wenn ich gestehen muss, dass mir eine Aeusserung Wiedersheims nicht klar geworden ist, welche folgendermaassen lautet (No. 14 p. 179): Die Hemisphären „bilden — und dadurch stehen sie, abgesehen von Polypterus, in schroffem Gegensatz zu dem Gehirn aller übrigen Vertebraten — die tiefst liegende Partie des ganzen Organs“. Nun

lässt sich aber weder ein besonders auffallender Anschluss des Vorderhirns ans Zwischenhirn behaupten (vergl. Fig. 3), noch beweisen, dass etwa die Gehirnachse irgend welche, andern niedern Wirbelthieren nicht zukommende Krümmungen ausführe; im Gegentheil: *Protopterus* zeigt in dieser Hinsicht typische Einfachheit und Ähnlichkeit mit *Selachiern* und *Amphibien*. Ich kann also dieser morphologischen Taxation *Wiedersheims* keine weitere Bedeutung beimessen. Um so überraschender ist aber die Uebereinstimmung, in welcher sich gerade über diesen Punkt auch *Fulliquet* und *Wilder* mit *Wiedersheim* befinden. Ersterer schreibt p. 123: „Un point commun aux deux *Dipnoïques*, c'est la situation des hémisphères au niveau le plus bas du cerveau.“ *Wilder* (nach *Osborn* citirt): „Finally an important distinction is seen in the fact, that the extension of the hemisphères is ventral from the primary fore-brain both in *Ceratodus* and *Protopterus* instead of directly anterior, as in the *Amphibia*.“

Bei der sonstigen Discrepanz der Autoren in Sachen des *Protopterus*hirns ist die Uebereinstimmung mit dem Urtext *Wiedersheims* gewiss sehr erfreulich!

Structur. Ueber die Structur des Vorderhirns von *Protopterus* existirt bisher sehr Weniges. *Fulliquet* bildet mehrere Querschnitte ab und beschreibt die Vertheilung der Zellkerne auf denselben. Ferner schreibt er p. 54: „les hémisphères du *Protoptère* se distinguent par une absence presque complète de cellules épithéliales.“ Auch seinen Abbildungen zufolge besässe *Protopterus* überhaupt keine ephiteliale Neuroglia. Ueber Form der Ganglienzellen und Faserbahnen existiren keine Angaben. Aus den Figuren *Fulliquets* schloss später *Edinger* (No. 25 u. No. 26 p. 110), dass eine äussere Zellschicht „höchst wahrscheinlich eine echte Hirnrinde“ sei. Da auch über die einfache Structur der *Amphibien*hirnrinde wenig bekannt ist, sei hier gleich erwähnt, was zum Vergleiche nöthig ist. *Oyarzun* (No. 35) beschrieb die Elemente des Vorderhirns und unterscheidet: 1. Stützzellen, deren Kerne an den Ventrikeln liegen und deren nach der Peripherie gerichtete Fasern das Stützgerüst bilden. 2. Ganglienzellen, welche peripher von den Stützzellkernen liegen und mit ihnen zusammen die graue Substanz ausmachen. Er nimmt an, was auch *Edinger* ausgesprochen hat, dass erst bei *Reptilien* eine unzweifelhafte Gehirnrinde auftrete. *Nakagawa* (No. 34) sieht, dass bei *Amphibien* (besonders *Spelerpes ruber*) an der mediodorsalen Kante des Vorderhirnquerschnitts eine Anzahl von Zellen auftritt, „which must be considered as constituting the rudimentary cortical layer.“ Ferner macht *Edinger* die Beobachtung,

dass die graue Substanz mehrere Vortreibungen nach aussen besitze und namentlich, dass eine solche wahrscheinlich dem Ammonshorn entspreche (No. 26 p. 108).

Was zunächst die Neuroglia betrifft, so kann ich meine Beobachtungen keineswegs mit denen von Fulliquet in Einklang bringen; dagegen finde ich, dass die Stützsubstanz genau in der von Oyarzun beschriebenen Weise vorhanden ist. Auch durch Versilberung ist nichts anderes nachzuweisen, auch keine periphere Schicht, wie sie in Folge der stärkeren Entfaltung der grauen Substanz zu erwarten wäre. Die Ausläufer der Stützsubstanz enden genau wie bei Amphibien an der *Membrana limitans externa*.

Schon bei Anlass der Längszonen wurde geltend gemacht, dass an verschiedenen Gegenden des Vorderhirns die Zellen verschieden gruppiert seien. Wir fanden, dass ausser dem Centralgrau Ganglienzellen zu Schichten angeordnet seien und zwar in der hintern ventralen Vorwölbung eine continuirliche Schicht bildend, welche nach vorne in einzelne Zellgruppen aufgelöst ist (Fig. 21—23). Ausserdem besteht in der ganzen Dorsalzone eine Schicht von Ganglienzellen in der weissen Substanz (J. Zsch.) und dorsal vorne sogar eine äussere Zellschicht (Fig. 24, 25 u. 8). Die lockere Anordnung der Ganglienzellen im Corpus striatum haben wir oben kennen gelernt. Die Elemente, welche diese Schichten bilden, zeigen in ihrer Grösse und Form wenig Abweichung von einander, ein Unterschied besteht darin, dass die Zellen des Corpus striatum grösser und reicher verästelt sind als die Uebrigen. Ferner konnte ich in der innern Zellschicht der Dorsalzone spindelförmige Zellen finden, wie sie Ramon y Cajal (No. 39 nach Edinger's Jahresbericht) in der Hirnrinde des Kaninchens und anderer niedrig stehender Säugethiere nachgewiesen hat; doch gelang es mir nicht, diese Zellen mit Silber zu imprägniren. Oyarzun hat sich vergeblich bemüht, die Zellen des Corpus striatum zu versilbern. Ich bin bei *Protopterus* glücklicher gewesen. Figg. 36 u. 37 zeigen Imprägnationsbilder zweier Zellen des Corpus striatum. Ihre Protoplasmaausläufer sind, wie bei den von Oyarzun für das Centralgrau beschriebene Ganglienzellen sämtlich nach aussen gerichtet, doch so mächtig entfaltet, dass sie fast die ganze Dicke der Wand durchsetzen. Den Ansatz eines Axencylinders konnte ich in einem Falle Fig. 37 nachweisen*), über seinen weiteren Verlauf wird bei Besprechung der Faserbahnen die Rede sein.

Dass die Zellen der Hirnrinde wirkliche Ganglienzellen sind, lehrt die glücklich ausgefallene Versilberung einer Zelle an der

*) Die Bezeichnung Ax ist aus Versehen in der Figur weggeblieben.

hinteren ventralen Circumferenz des Vorderhirns (Fig. 38). Ihre Dendritenfortsätze sind sämmtlich nach aussen gerichtet, indess nach innen ein Axencylinder dringt, der als solcher schon durch die Zartheit der Imprägnation auffiel und sich so verzweigt, dass sein einer Ast nach dem Centralgrau hinstrebt, während sich der andere peripheriewärts richtet. Den central gerichteten Ast sehe ich als Collaterale an, den peripheren dagegen als den Hauptaxencylinder, da an vielen Versilberungspräparaten tangential verlaufende Axencylinder in grosser Anzahl zu erkennen sind, welche plötzlich nach innen umbiegen. Bei der Unsicherheit der Imprägnationstechnik möchte ich daher nur als Wahrscheinlichkeit aussprechen, dass die Axencylinder der Rindenzellen zuerst radial in ventriculärer Richtung aus den Zellen austreten, dann aber umbiegen und tangential verlaufen. Dafür spricht auch der Umstand, dass die weisse Substanz peripher liegt, eine Anordnung, welche nur bei tangentialen Verlauf der Axencylinder erklärlich ist. Nach diesem histologischen Funde war es mir höchst wahrscheinlich, dass diese Gegend des Vorderhirns dem Gyrus hippocampi höherer Vertebraten entspricht; vorgreifend sei bemerkt, dass ich auch Faserzüge von ihr nach dem Lobus olfactorius ziehen sah (Fig. 8 Tr. hip.). Zum Vergleich mit der beschriebenen Zellform bilde ich zwei Zellen aus der Fascia dentata eines *Macacus**) ab, welche eine fast identische Form haben (Fig. 39 a u. b). Im Uebrigen verweise ich auf die Arbeit von Sala (No. 40), welcher die Ammonshorngegend des Kaninchens eingehend untersucht hat. Wir werden weiter unten in einem besonderen Abschnitte auf die Formähnlichkeiten der Vorderhirnzellen zurückkommen und die Frage nach ihrer stammesgeschichtlichen Entwicklung aufwerfen. Was die Deutung des Lobus hippocampi betrifft, so hat Edinger schon darauf aufmerksam gemacht, vergl. die obige Litteraturangabe, dass bei Amphibien Vortreibungen des Centralgrau zu constatiren seien, welche dem Ammonshorn entsprechen dürften. In Fig. 12 bilde ich diese Gegend vom Gehirn einer ausgewachsenen Tritonlarve ab und bitte Fig. 21 damit zu vergleichen; wir haben es hier sicher mit derselben Bildung der grauen Substanz zu thun, nur ist dieselbe bei *Protopterus* besser ausgebildet, bei Amphibien dagegen höchst rudimentär vorhanden.

Bei *Protopterus* und Amphibien ist aber sicher die laterale Wandung derjenige Theil des Vorderhirns, welcher am wenigsten Ent-

*) Ich erhielt diese werthvollen Präparate dadurch, dass mir Horsley und Beavor die Affen, mit welchen sie am I. Internationalen Physiologencongress in Basel ihre Experimente ausführten, überliessen, sodass ich die noch warmen Gehirne in Müller'sche Flüssigkeit einlegen konnte.

faltung zeigt, abweichend von Amnioten, bei denen gerade diese Gegend und ihre Differenzirung das Maximum erreicht, während Corpus striatum und Gyrus hippocampi an den Boden verschoben, in die Tiefe gedrängt und vom Hirnmantel überwuchert werden.

Faserbahnen. Entsprechend der einfachen Organisation des Vorderhirns bei Protopterus haben wir es nicht überall mit wohl geschlossenen markhaltigen Faserbahnen zu thun, sondern vielfach mit weniger deutlichen Faserausstrahlungen.

Die mächtigste Bahn des Vorderhirns ist das basale Vorderhirnbündel, welches, vom Rückenmark heraufsteigend, in das Corpus striatum ausstrahlt (Figg. 5 und 6). Ferner lässt sich nachweisen, dass die Zellen des Lobus hippocampi lateral aufsteigen und vorne in den Lobus olfactorius eintreten. Wir haben hier also eine Bahn, welche in ihrem Ursprung und Verlauf an die bei höheren Vertebraten nachgewiesene Verbindung von Olfactorius und Gyrus hippocampi erinnert, und ich glaube, dass durch die Lage des Lobus hippocampi, durch die Form seiner Zellen und durch die Art seiner Faserverbindung der Beweis für seine Homologie mit dem gleichgenannten Organ höherer Wirbelthiere erbracht sei. Von den Rindenzellen des Vorderhirns entspringen Fasern und verlaufen nach hinten (Fig. 7); ich habe sie nicht näher bezeichnet, da ich zweifelhaft bin, ob hier das Edinger'sche Mantelbündel vorliegt. Ziemlich mächtig ist die Commissura anterior ausgebildet; ihre Fasern verlaufen am Lobus hippocampi, die Rindenschicht theilweise durchbrechend lateral basal, biegen mit der Wölbung des Lobus postolfactorius dorsal um und treten in den Lobus olfactorius. An der Bildung des Geruchsnerven betheiligt sich ferner zum mindesten ein Theil der Achsencylinder der äussern Zellschicht (Fig. 8); ein anderer Theil scheint nach hinten gerichtet zu sein. Auch im ^{ein} Corpus callosum (Osborn) ist vorhanden, wenngleich dasselbe trotz der starken Ausbildung des Vorderhirns von Protopterus nicht sehr mächtig ist (Figg. 20 und 5).

C. Häute des Gehirns und Rückenmarkes.

Die erste vergleichende Arbeit über die Gehirnhäute verdanken wir Sagemehl (No. 20). Seine Beobachtungen erstrecken sich hauptsächlich auf Teleostier, von Dipnoern wird nichts erwähnt. Nach seiner Ansicht sind bei den Fischen zwei Hirnhäute vorhanden, deren äussere der Dura, deren innere der Pia und Arachnoïdea höherer Wirbelthiere entspricht; als differenzirte Hirnhülle fehlt die Arachnoïdea; der zwischen beiden Hüllen befindliche Raum ist der Subduralraum. Fulliquet (p. 34—38) erklärt, diese Auffassung gelte auch für Protopterus und beschreibt als Plexus der Pia mater über dem IV. Ventrikel Fragmente einer Bildung, die wir als ein, mit den Hirnhäuten nicht zusammenhängendes, Organ des Gehörapparates werden kennen lernen.

Ueber die Dura habe ich nichts mitzutheilen; die Pia liegt dem Hirn und Rückenmark allseitig eng an und versorgt sie mit Gefässen. Am Rückenmark ist sie zu einer Differenzirung gediehen, die ich bei keinem Autor erwähnt finde und die einige Beachtung verdient. Es ist dies ein sehniger, im Durchschnitt halbmondförmiger Strang, der zu beiden Seiten dem Rückenmark entlang geht und an der Medulla oblongata ausläuft (Fig. 29 Lig. d.). Zur Verdeutlichung der histologischen Beschaffenheit dieses Gebildes habe ich einen Querschnitt und einen Längsschnitt in den Fig. 34 u. 35 abgebildet, aus welchem hervorgeht, dass der Strang eine dem Ligamentum nuchae ähnliche Zusammensetzung aus Sehnenkörperchen, die in der Horizontalen ausgedehnt sind und aus stark lichtbrechenden Längsfasern hat. Herr Prof. Kollmann, dem ich die Präparate und Zeichnungen vorlegte, machte mich darauf aufmerksam, dass hier wohl ein Homologon des Ligamentum denticulatum höherer Thiere vorliege und weitere Vergleiche bestärkten mich in dieser Auffassung. Auch am Rückenmark des Sterlet gelang es mir, diese Verstärkung der Pia wiederzufinden; hier besteht sie aus zwei Strängen, einem lateral von den sensiblen Wurzeln und einem dorsal den ventralen Wurzeln entlang ziehenden. Dasselbe Gebilde habe ich auch bei Selachiern wiedergefunden.

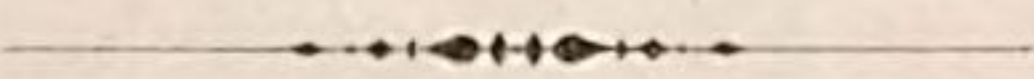
Ich betrachte mit Gegenbaur (No. 21 p. 845) das Ligamentum denticulatum als eine Einrichtung, die das Rückenmark in seiner Lage erhalten soll, damit nicht bei der Beweglichkeit der Wirbelsäule Zerrungen des Markes vorkommen können. Von diesem teleologischen Gesichtspunkte aus wird auch die Existenz eines Ligamentum

denticulatum gerade bei Thieren mit stark beweglicher Wirbelsäule, wie *Protopterus* und *Acipenser* um so begreiflicher, da doch die chordale Körperachse starke seitliche Excursionen gestattet. Eine solche Schutzleiste mesodermaler Natur erinnert lebhaft an ähnliche Vorkommnisse bei Pflanzen, wie sie Schwendner in reichem Maasse nachgewiesen und teleologisch-mechanisch erklärt hat. Für diese Auffassung spricht auch ein oben bei Besprechung des Rückenmarkes namhaft gemachter Umstand, nämlich die Existenz der Leuhossék'schen Randzellen (Fig. 34 u. 35 Rz.), in welchem ich eine Vorrichtung erblicke, die dazu dienen soll, Zerrungen der hier gerade mit starken Markröhren versehenen Axencylinder zu verhindern.

Die Arachnoïdea fehlt nicht, sondern tritt an einigen Punkten in Gestalt von lockerem Bindegewebe auf. So am Fusse des Zirbelstiels (Fig. 16, fälschlicherweise mit Zp. bezeichnet) und da, wo die Zirbel und die Tela chorioïdea superior mit dem Schädeldach verbunden ist (Fig. 42 Arach.).

Hier erübrigt mir, ein Organ zu erwähnen, welches an der Umhüllung des Gehirns theilnimmt, ohne zu seinen Häuten zu gehören und welches bisher bei *Protopterus* nicht bekannt war; es ist dies der Saccus endolymphaticus und seine Divertikel, welche bei dorsaler und lateraler Ansicht des Gehirns einen eigenartigen Anblick gewähren. Wiedersheim (No. 9) hat gezeigt, dass bei *Phyllodactylus* und *Ascalaboten* der Saccus endolymphaticus zu weit und unregelmässig verzweigten Schläuchen auswächst, welche mit Otolithengries erfüllt, dem Plexus chorioïdeus des IV. Ventrikels aufliegen und ziemlich weit nach vorn und nach hinten ausgedehnt sind. Aehnliche Gebilde, die Hasse schon früher bei Amphibien gesehen hatte, untersuchte Coggi (No. 36) in ihrer Entwicklung und fand, dass beim Frosch der Saccus endolymphaticus das ganze Rückenmark hinunterwächst und bei den einzelnen Spinalknoten Divertikel bildet, welche sich später zu den von Leuhossék beschriebenen Kalksäckchen umformen. Dass von *Protopterus* die Divertikel bisher nicht bekannt waren, setzt mich einigermaassen in Erstaunen, da sie bei blosser makroskopischer Präparation leicht zu sehen sind. Der Saccus selbst ist ein bauchig aufgetriebener Schlauch (S. e.), der durch einen auf Fig. 4 abgeschnittenen engen Hals mit der Gehörblase in Verbindung steht. In welcher Weise dies geschieht, erhellt aus Fig. 41, einem Querschnitte durch Medulla oblongata, Schädelskapsel und Gehörorgan der rechten Seite. Das Schlauchsystem bedeckt fast die ganze Rautengrube und reicht bis zum Austritt des ersten sensibeln Spinalnerven. Die Schläuche der einen Seite communiciren nicht mit denen der anderen Seite, wie es nach dem makroskopischen

Bilde den Anschein hat, sondern sie greifen bloss ineinander ein. In Fig. 40 gebe ich einen Horizontalschnitt durch das Divertikelsystem der linken Seite: links liegt der Saccus endolymphaticus, den Hauptdivertikel habe ich etwas stärker contourirt, um zu zeigen, dass alle Blasen unter sich zusammenhängen. Man vergleiche diesen Schnitt mit dem plastischen Bilde auf Fig. 4, worauf er sich bei Reduction auf halbe Grösse beziehen lässt. Das ganze Schlauchsystem besteht aus einem cubischen Epithel; die Otolithen entsprechen genau den von Wiedersheim abgebildeten und sind innerhalb gewisser Grenzen an Grösse verschieden. Ueber die Function dieser Divertikel ist, so viel ich weiss, nichts bekannt; ob sie von phylogenetischem Interesse sind, kann ich nicht sagen und begnüge mich auf ein bei Amphibien und Reptilien bekanntes, bei Dipnoërn aber bisher unbekanntes Organ hingewiesen zu haben.



II. Vergleichender Theil.

Nachdem wir im ersten Theil das Material, soweit es unserer Technik zugänglich war, zusammengetragen haben, tritt die Aufgabe heran, die Thatsachen mit dem, was von andern Thiergruppen bekannt ist, durch Vergleich in Beziehung zu setzen, um neue Werthe und Fragestellungen zu erhalten und um ein Urtheil über die Stellung zu gewinnen, welche das Centralnervensystem von Protopterus im Verhältniss zu demselben Organ anderer Wirbelthiergruppen einnimmt. Hierzu sind nicht alle Thatsachen von gleichem Werthe: Während die Beschaffenheit des epichordalen Gehirns wenig Veranlassung zur Vergleichung bietet, ist in dieser Hinsicht das prä-chordale Hirn von grösster Wichtigkeit, und auch hier ist es wiederum gerade der abweichende und eigenartige Bau der Zwischenhirndecke und des gesammten Vorderhirns, dem wir die meiste Aufmerksamkeit schenken werden.

Was die bisherige Beurtheilung des Protopterusgehirns betrifft, so stelle ich hier die Ansichten der Autoren zusammen: Owen schreibt (No. 1 p. 352): „The brain of Lepidosiren indicates its close relationship as a fish with the Amphibia but nothing more.“ Fulliquet ging von der Rabl-Rückhard'schen Deutung des Teleostiergehirns (No. 19) aus und hoffte, im Protopterusgehirn eine Uebergangsstufe vom Teleostier- zum Amphibienhirn zu finden. Da ihm nun Protopterus mehr Annäherung an die Amphibien zeigte als an die Teleostier, so erklärte er das Hirn von Protopterus ohne weiteres für ein Amphibienhirn, ein Irrthum, der durch eine wenig glückliche Wahl der Vergleichsobjecte (Petromyzon und Axlotl; dagegen keine Selachier und Ganoiden) herbeigeführt wurde. Auch das, was verglichen wurde, war bloss die „disposition générale de la substance grise“. Auf Grund der Fulliquet'schen Arbeit widmete auch Osborn (No. 32) dem Protopterusgehirn eine vergleichende Betrachtung mit dem Schlusse, „that there is a very close similiarity between the Amphibian and Dipnoan brain“. Auch Rabl-Rückhard in einer An-

merkung und Wiedersheim in seinem Lehrbuche weisen das Propterygion in die unmittelbare Nähe des Urdelhirns. Vorsichtiger zeigte sich Beauregard: „En résumé, la description que je viens de donner de l'encéphale du *Ceratodus* montre qu'il est comparable dans ses points essentiels à celui des autres poissons dipnoïques. Toutefois il s'en écarte par quelques caractères importants. Les lobes olfactifs ne sont pas confondus avec le cerveau antérieur, et la forme du cerveau antérieur est également différente. Par là, de même que par le développement tout particulier du cervelet, l'encéphale du *Ceratodus* se rapproche plutôt de celui de Sélaciens. Mais d'autre part l'absence des lobes inférieurs, le développement du cerveau intermédiaire et particulièrement de l'infundibulum le rapprochent de l'encéphale des autres Dipnoïques et par suite de celui des Amphibiens Au point de vue de l'encéphale le *Ceratodus* pourrait être placé entre les Plagiostomes et les Dipnoïques dipneumones.“

Endlich sei erwähnt, dass Gegenbaur im „Grundriss“ sowohl als auch in den „Grundzügen“ dem Gehirn der Dipnoer eine Stelle zwischen dem der Selachier und dem der Amphibien anweist, wenngleich die Merkmale, auf Grund deren diese Einordnung geschah, dem damaligen Stande der Hirnanatomie entsprechend und nach heutigen Vorstellungen nicht die wichtigsten waren.

Es fragt sich also, zu welcher Auffassung uns die thatsächlichen Verhältnisse und ihre Verknüpfung mit den Befunden an anderen niederen Wirbelthieren drängen: 1. Steht das Propterygion in „ungleich näheren verwandtschaftlichen Beziehungen zu dem Urdelhirn als zu dem der übrigen Fische“? Oder 2. Nimmt das Propterygion eine Mittelstellung ein zwischen Fischgehirn und Amphibiengehirn? Wenn wir die letztere Frage bejahen, so erhebt sich die weitere Frage: Bei welchen Fischen finden wir die Anknüpfungspunkte, welche gestatten, das Amphibienhirn durch das Dipnoerhirn abzuleiten?

A. Das epichordale Gehirn.

Die Medulla oblongata, als der konservativste Abschnitt des Gehirns, bietet wenig Anhaltspunkte zum Vergleiche. Was an ihr sich allein mit Erfolg vergleichend verwerthen liesse, das sind die Nerven und ihre Ursprungsstätten. So lange aber nicht eine einfache

Technik die einwandfreie Ermittlung des Thatbestandes erlaubt, sondern als beweiskräftig nur die Gudden'sche Degenerationsmethode zu betrachten ist, so lässt sich in dieser Hinsicht nichts sicheres aufstellen. Untersuchungen, welche Koch (nach Edingers Jahresbericht No. 48) an höheren Wirbelthieren ausgeführt hat, haben ihn zu der Ansicht geführt, dass alle Fasern des Accessorius lateralen Zellgruppen des Vorderhirns entstammen; würden wir diese Auffassung mit den an niederen Wirbelthieren gewonnenen Resultaten in Beziehung bringen dürfen, so hätten wir bei Protopterus den ganzen Vagus lateralis, der ja ziemlich mächtig ist, als Accessorius zu bezeichnen, was ich immerhin als Möglichkeit aufstellen möchte, ohne darin ein abgeschlossenes Resultat zu sehen.

Ein definitiver Entscheid bleibt einer über alle Wirbelthiergruppen sich erstreckenden Untersuchung der Vagusgruppe vorbehalten.

Ueber das Kleinhirn am Protopterus haben wir uns bereits oben dahin ausgesprochen, dass es eine ziemlich indifferente Stellung einnehme, etwas besser ausgebildet sei, als das der Gymnophionen und Urodelen, ohne jedoch die Mächtigkeit zu erreichen, die es bei Teleostiern, Ganoïden, Selachiern und Anuren besitzt. Sollte sich die Beobachtung Beauregard's bestätigen, welcher am Kleinhirn von *Ceratodus* Faltungen sah, wie sie bei Selachiern vorkommen, so wäre damit ein interessantes Zwischenglied nach dem Protopterushirn zu erblicken. Erst eine mikroskopische Untersuchung kann diesen dunkeln Punkt aufklären. Das Mittelhirn zeigt bei niederen Wirbelthieren ein starkes Schwanken in seiner Ausbildung, bald ist es paarig angelegt, d. h. zwei Hemisphären sind durch eine deutliche Furche abgetrennt, bald verschwindet diese Furche ganz und das Mittelhirn ist unpaar. Schon Stieda (No. 5) hat mit Recht darauf hingewiesen, dass diesem Schwanken wenig Wichtigkeit für die morphologische Beurtheilung eines Gehirns beizumessen sei. Ich kann daher auch dem Umstande, dass das Mittelhirn von *Ceratodus* paarig, das von Protopterus unpaarig ist (frühere Forscher haben sich verleiten lassen in dem durchschimmernden *Aquaeductus Sylvii* eine Furche zu erblicken) wenig Werth beilegen. Dass Protopterus im Besitz sämtlicher Augenmuskelnerven ist, wurde oben erwähnt; also auch hierin keine Abweichung von Fischen und Amphibien. Die Faltungen des Mittelhirnbodens theilt Protopterus mit den Selachiern, während sie den Amphibien verloren gegangen sind.

B. Das praechordale Gehirn.

1. Zwischenhirn.

Die Lobi inferiores hat bei *Propterus* schon Fulliquet nachgewiesen und ich kann seine Angaben bestätigen; eine genauere Untersuchung bei *Ceratodus* müsste sie auch dort festzustellen erlauben und vielleicht gerade dort noch in stärkerer Entfaltung; ich nehme einstweilen Beauregard's Angabe, dass sie fehlen, nicht als erwiesen an; möchte gegenüber der Darstellung, als ob sie fast vollständig fehlen, zwar zugeben, dass sie nicht mehr die Grösse besitzen, die ihnen bei Selachiern, Telostiern und einem Theile der Ganoïden zukommt, andererseits aber ihre Existenz betonen (vergl. Wiedersheim No. 23 Anmerkung). Zur Vergleichung des Zwischenhirndaches ist es nöthig, weiter auszuholen und das Zwischenhirndach der Selachier und der Amphibien näher kennen zu lernen.

Nach den Untersuchungen von Ehlers (No. 10), Edinger (No. 47), Rex (No. 44), sowie nach eigenen Präparaten erhalte ich folgendes Bild vom Dache des Zwischenhirns bei Selachiern (Fig. 51): Das Mittelhirn fällt schräg nach vorne ab und wird durch die Commissura posterior begrenzt; hieran schliesst sich ein kleines horizontal verlaufendes Schaltstück, vor welchem sich alsbald die Zirbel in Gestalt eines Schlauches erhebt, der mit seinem knopfartigen Ende (Zb) in die Schädeldecke eingelassen ist; vor der Zirbel wird eine Querwulst gebildet, in welcher die Commissura superior verläuft. Vor dieser Commissura superior verdünnt sich die Gehirnwand zu einer Tela chorioïdea superior, als deren Bestandtheile wir unterscheiden können: 1. das Zirbelpolster, 2. das in Gestalt einer Hautfalte nach dem Ventrikel gerichtete Velum, 3. ein horizontal fortlaufendes Stück (Con.), von welchem 4. der Plexus hemisphaerium sich in die Tiefe senkt. Vor ihm geht das Vorderhirn horizontal ab. Vergleichen wir hiermit das oben eingehend beschriebene Dach des Zwischenhirns von *Protopterus*, dessen Medianschnitt wir der Uebersichtlichkeit halber in Fig. 52 nochmals reproduciren, so zeigt sich, dass der zwischen den beiden Commissuren gelegene Abschnitt bei *Protopterus* fast gleich gebildet ist wie bei *Scyllium*. Eine Complication findet dagegen in der Tela chorioïda statt, indem sich die ganze Tela emporhebt und namentlich zur Bildung eines Adergeflechtknotens (Con), durch reiche Faltung Anlass giebt; ebenso scheinen die seitlichen Plexus inferiores aus einem bei Selachiern glatten Abschnitte der Tela hervorzugehen. Dass auch das Velum bei Proto-

pterus schon Falten zeigt, haben wir oben gesehen. Das Vorderhirn, welches bei *Protopterus* paarig ist, hat in seiner Medianebene eine starke Einschnürung erfahren; seine Medianlamelle schliesst sich daher nicht horizontal, sondern vertical an die Tela. Die beim *Protopterus*hirn beginnenden Faltungen erfahren aber nach den Amphibien hin noch eine Steigerung. Fig. 53 zeigt das Zwischenhirndach von *Ichthyophis*, welches ich deswegen als Beispiel wähle, weil bei ihm die Plexus besonders schön entwickelt sind und weil die Zirbel einen noch weniger rudimentären Charakter angenommen hat als bei Anuren und Urodelen. Das zwischen der Commissura posterior und der Zirbel liegende Schaltstück hat sich bedeutend ausgedehnt; die Zirbel hat ihre Lage am Schädeldache aufgegeben und bildet nur ein kleines birnenförmiges Bläschen, das Zirbelpolster ist stark ventralwärts gezogen und das Velum hat sich zu einem reich hirschhornartig verzweigten Plexus chorioideus umgeformt (ventriculi III), der sich bis in den *Aquaeductus sylvii* hinein erstreckt. Der Adergeflechtknoten (*Conarium*) ist ein complicirtes Schlauchsystem geworden, welches mit seinem vordern Ende zwischen die Hemisphären zu liegen kommt, indess sein hinteres Ende das ganze Zwischenhirndach bedeckt und Zirbel und Zirbelpolster in die Tiefe drückt (vergl. No. 46 Fig. 1 u. 4). Auch der Plexus inferior ist baumartig ausgewachsen und ragt in den III. Ventrikel, hierbei liegt er dem Plexus inferior der anderen Seite in der Medianebene fast an. Nicht mehr median von ihm, wie bei *Protopterus*, sondern vor ihm beginnt der Plexus hemisphaerium sich in die Tiefe der ersten Ventrikel zu senken. Auch die ontogenetische Entwicklung des Zwischenhirndaches geht parallel der phyletischen, wie sie uns hier entgegentritt. Fassen wir die Merkmale dieser Hirnregion bei *Protopterus* zusammen: eine langgestielte, das knorpelige Schädeldach mit ihren Bläschen durchbohrende Zirbel, ein einfaches, höchstens schwach gefaltetes Velum, einen noch nicht als besonderes Organ differenzirten Adergeflechtknoten, der mit der übrigen Tela zusammen bei oberflächlicher Betrachtung ein blasenartiges Organ auszumachen scheint, lateral liegende Plexus inferiores, so deuten alle diese Charakteristica auf eine sehr nahe Verwandtschaft des Gehirns von *Protopterus* mit dem der Selachier, während die Rückbildung der Zirbel und die Differenzirung des Adergeflechtknotens zu einem eigenen Organ Momente sind, welche summiert mit der Vervollkommnung des Velums und der Plexus inferiores und der Ausbildung des Schaltstückes, dem Amphibiengehirn von den *Gymnophionen* bis zu den Anuren ein gesondertes Gepräge verleihen und mich die Relationen in *Protopterus* als entferntere taxiren lassen, als von diesem zu den

Selachiern. Auch hier würde eine genaue Kenntniss des Ceratodusgehirns uns viel zu sagen im Stande sein.

Ich erwähne zum Schlusse dieses Abschnittes, dass die früheren Gehirnanatomen (und noch Gegenbaur in seinen Lehrbüchern) den „Gehirnschlitz“ als Criterium für Verwandtschaftsbeziehungen verworthen. Heute wissen wir, dass der Gehirnschlitz eine Oeffnung ist, welche entsteht, wenn durch gröbliche Präparation die morphologisch so interessante Decke des Zwischenhirns entfernt wird.

2. Vorderhirn.

In der Beurtheilung des Vorderhirns niederer Wirbelthiere machen sich zwei Anschauungen geltend, welche bei ihren verschiedenen Vertretern bald mehr oder weniger deutlich zum Vorschein kommen. Die einen gehen bei ihren vergleichend anatomischen Untersuchungen vom Teleostiergehirn aus; die andern halten die Formen der Selachier für die grundlegenden und betonen die Nothwendigkeit, die morphologischen Beziehungen dieser Gruppe zu den höhern Wirbelthieren zu suchen. Zu den erstern gehört zunächst Fritsch (No. 12), welcher in seinem Buche über das Fischgehirn die Ansicht äussert, dass die Teleostier ein günstigerer Ausgangspunkt für vergleichend anatomische Studien seien, als die Knorpelfische; auch die vergleichenden Neurologen Amerikas scheinen auf diesem Standpunkte zu stehen (No. 54). Rabl-Rückhard, dem wir die erste Aufklärung über das Vorderhirn der Fische verdanken, vertritt diese Ansicht ebenfalls dadurch, dass er in der ependymatösen Beschaffenheit des Teleostierpalliums ein primitives Verhalten erblickt. Die Auffassung fand zugleich mit seiner glücklichen Deutung des Teleostierhirns allgemeine Verbreitung. Für diese Forscher stellt dagegen das Selachiergehirn einen andern Typus, der gewissermaassen abseits liegt, dar. Auch Wiedersheim bekennt sich dazu (No. 23 p. 289), indem er das Selachiergehirn, gleich dem Cyclostomengehirn, „einen besonderen in sich abgeschlossenen Entwicklungstypus“ nennt. Auf der andern Seite steht Gegenbaur, welcher die Selachier auch für vergleichend neurologische Untersuchungen als die maassgebenden Formen betrachtet, und sein Schüler Goronowitsch (No. 29), der mit vielem Erfolge nachgewiesen hat, dass das Teleostierhirn sich durch das Ganoïdenhirn aus dem Selachierhirn ableiten lässt und dass jene anscheinend primitiven Zustände, welche Rabl-Rückhard geschildert

hatte, als Reductionsbildungen aufzufassen sind. Leider ist seine Arbeit mit vielem unverwerthbaren Détail erfüllt, welches das Studium erschwert, während anderseits viele Einzelheiten fehlen, welche im Stande wären, auch den nicht mit dem speciellen Gebiete Vertrauten von der Richtigkeit der Auffassung zu überzeugen. Durch die in der Arbeit entwickelten Gedanken tritt uns das lebhafte Interesse entgegen, mit welchem Gegenbaur die Arbeit seines Schülers verfolgte. Sonderbarer Weise finde ich die Arbeit Goronowitsch's in der neueren Litteratur wenig berücksichtigt. Von spätern Untersuchern misst auch Edinger (No. 26) den Selachiern für die Erkennung des Faserlaufes eine grundlegende Bedeutung bei, ohne sich über die Fragen der Phylogenie näher auszusprechen. Da nun Goronowitsch wohl das Selachierhirn als Ausgangspunkt für Vergleichung bezeichnet, aber den Anschluss desselben an höhere Formen ausser Bereich seiner Arbeit lässt, liegt für uns die Frage vor: Was sagt uns das Selachierhirn für das Verständniss des Dipnoërhirns und lassen sich die höher stehenden Formen auf das Selachierhirn beziehen?

Betrachtet man mit Fritsch, Rabl-Rückhard und Wiedersheim das Teleostiergehirn als den Ausgangspunkt, so müsste das Dipnoërgehirn den Uebergang nach den Amphibien mit Einschaltung der Ganoïden vermitteln. Diese Reihe zu finden, war auch Fulliquet's Absicht zu Beginn seiner Arbeit; späterhin ist nicht mehr davon die Rede, sondern das Protopterushirn wird einfach für ein Amphibienhirn erklärt. Andere Versuche, das Amphibienhirn phyletisch zu verstehen, liegen bis jetzt nicht vor, man begnügte sich damit seine grosse Einfachheit geltend zu machen (Edinger, Osborn) und ihm das Dipnoërgehirn zuzuschieben. Ich gestehe gerne, dass mich das Urtheil so vieler Gehirnanatomen zu Beginn meiner Untersuchung beeinflusste; ehe ich das Selachiergehirn kannte, glaubte ich auch, dass eine Reihe Teleostier — Ganoïden — Dipnoër — Amphibien müsste nachzuweisen sein, bis mir klar wurde, dass das Dipnoërhirn einen zwanglosen Uebergang zwischen dem Selachiergehirn und dem Amphibiengehirn vermittele, nachdem ich die wesentlichen Kriterien gefunden hatte. Vor allem ist wichtig, dass auf Grund der bisherigen Kenntnisse taxonomische Merkmale aufgestellt werden, die uns einen Maassstab für die Werthung des Gehirns niederer Wirbelthiere abgeben können. Das ist bisher zu wenig geschehen, da man sich meist mit dem Beschreiben des Thatbestandes, der ja am Gehirn sich viel weniger leicht ermitteln lässt als an andern Organen und mit Vergleichen einzelner besonders nahe liegender Thatsachen begnügt hat.

Dass die Merkmale, welche bei höhern Wirbelthieren und namentlich bei Säugern von Wichtigkeit sind, nicht für niedere Wirbelthiere gelten können, z. B. relative Grösse des Vorderhirns, oder Windungen des Palliums, wie sie gelegentlich bei Teleostiern vorkommen, ist klar. Wir haben auch oben schon darauf aufmerksam gemacht, dass der „Gehirnschlitz“ die Mittelhirnfurche, die Entfaltung des Kleinhirns und der Lobi inferiores keine Merkmale sind, die berechtigen, die einen Formen als „höherstehend“ denn die andere zu taxiren.

a) Lobus hippocampi.

In neuerer Zeit ist von Broca (No. 52) und Turner (No. 42) ein Hauptgesichtspunkt für die Beurtheilung des Säugethiergehirns festgestellt worden, nämlich das Verhalten der Riechcentren zum übrigen Gehirn und zum Lobus hippocampi insbesondere. Diese Forscher haben durchschaut, dass gerade die basalen und unscheinbaren Regionen des Vorderhirns für die Vergleichung das Wesentliche sind, während die Furchen und Windungen des Palliums wohl innerhalb der Ordnungen und Familien zur Taxation herangezogen, für die Vergleichung der Ordnungen unter sich aber nicht in ausgiebigerem Maasse verwerthet werden können. Gyrus hippocampi und die olfactorischen Centren sind auch diejenigen Theile, welche bei niederen Classen den grössten Antheil des Vorderhirns ausmachen, und auch hier hat man sich nur allzuleicht mit Vergleichung der Grösse der Hemisphären und ihrer äusseren Form zufrieden gegeben und zu wenig die eigenartigen Verhältnisse des Olfactorius berücksichtigt.

Die niedrigste Wirbelthierform, bei welcher bisher der Lobus hippocampi gesehen worden ist, ist Ichthyophis. Die Sarasin (No. 57) sowohl wie ich selbst haben ihn als Lobus temporalis bezeichnet, auf Grund der Deutung, welche Wiedersheim (No. 23 p. 307 u. 308) für das homologe Organ des Schildkrötengehirns als wahrscheinlich aufstellt. Erst später kam mir zu Gesicht, dass Rabl-Rückhard (No. 13) am Alligatorgehirn denselben Abschnitt als Gyrus hippocampi bezeichnet und auch der mikroskopischen Structur nach diese Deutung für die Reptilien feststellt. Sollte hierbei die Grösse des Lobus überraschen, so bitte ich zu bedenken, dass fast alles, was bei höheren Wirbelthieren als Vorderhirn imponirt, eine Neubildung, oder wenigstens die mächtige Entfaltung eines bei Anamnia nur kleinen und indifferenten Abschnittes ist. Je lateraler und dorsaler ein Abschnitt des Vorderhirns liegt, um so geringer,

je basaler und medianer, um so höher ist sein phyletisches Alter.

Der Lobus hippocampi liegt ventral und median vom Lobus temporalis, also müssen wir sein Aequivalent irgendwo bei niedern Wirbelthieren wiederfinden, ehe wir den Lobus temporalis antreffen. Wir haben oben auf Grund der Topographie, Structur, Zellform und Faserverbindung die hintere ventrale Wölbung des Vorderhirns von Protopterus als Lobus hippocampi angesprochen. Dass bei Ichthyophis die Structur den Vergleich dadurch erschwert, dass hier wie auch bei Urodelen, nur ein Rudiment der Hirnrinde, welches mit dem Centralgrau verwachsen ist, übrig bleibt, dass ferner an dem nicht ad hoc conservirten Material die Faserverbindung nicht mehr nachzuweisen ist, beweist nichts gegen die Umdeutung des betreffenden Hirnabschnittes, welcher topographisch dem Lobus hippocampi von Protopterus entspricht, mit dem einen Unterschied, dass er nach unten umgebogen ist. Im Gegentheil Ichthyophis vermittelt damit den Uebergang vom Dipnoër zum Urodelen, bei welchem letzterem auch äusserlich der Lobus hippocampi abgeflacht und nicht mehr erkennbar ist. Bei Selachiern kommt kein Lobus hippocampi vor; wir werden aber nach Besprechung der olfactorischen Centren jener Wirbelthiergruppe vermuthungsweise auf die Frage nach der Entstehung des bei höheren Thieren so befremdlichen Zusammenhangs zwischen Olfactorius und Lobus hippocampi hindeuten.

b) Hemisphärenbildung.

Ein zweiter wichtiger und oft unterschätzter Gesichtspunkt ist die Trennung des Gehirns in Hemisphären und die verschiedene Durchführung derselben bei verschiedenen Gruppen. Bei genauerem Zusehen stellt sich heraus, dass ein Theil der Selachier eine einfache Vorderhirnhöhle hat (Rajae); äusserlich zeigen diese Gehirne nur eine sehr seichte Medianfurche; bei Myliobatiden verschwindet auch die Gehirnhöhle und das Vorderhirn besteht aus soliden Ganglienmassen. So sehr es einleuchten würde, diese monocölen und acoelen Gehirne als primitive Formen anzusehn, so lässt sich die Irrthümlichkeit dieser Auffassung am besten dadurch illustriren, dass auch Myxine ein solides Prächordalhirn besitzt, welches nur durch Rückbildung zu erklären ist. Da auch die Rajiden die jüngsten Plagiostomen sind, ist nicht wohl anzunehmen, dass ihre Gehirnform die primitivste sei. Monocoelie des Vorderhirns würde nur etwa bei Holocephalen als primitiv zu betrachten sein; doch erlaubt die bisherige Kenntniss des Holocephalenhirns keinen Schluss. Die meisten

Gehirne der Selachier zeigen einen mehr oder weniger deutlichen Einschnitt in der Medianebene, welcher jedoch nie so tief greift, dass von einer eigentlichen Trennung des Vorderhirns in zwei Hemisphären die Rede sein könnte, besonders aber nicht seiner Basis. Nach Goronowitsch gehören hierher auch die alten Familien der Notidaniden. Die so beschaffenen Gehirne möchte ich als hemiamphicoel bezeichnen; wir finden sie ausser bei vielen Selachiern auch bei allen Ganoïden und Teleostiern; ferner aber noch bei *Ceratodus* (Beauregard). Bei *Protopterus*, Amphibien und Amnioten finden wir amphicoele Gehirne, d. h. solche, bei denen eine durchgreifende Scheidung in zwei Hemisphären gefunden wird. Ich befinde mich hier in einem gewissen Widerspruche zu Edinger, welcher auf die eigenartige Ausbildung des Vorderhirns der Selachier von neueren Autoren zuerst Gewicht gelegt hat. Er sieht im Rochenhirn ein primitives, im Hirn der Haje dagegen ein secundäres Verhalten auf Grund der Thatsache, dass bei Rochen in der ontogenetischen Entwicklung nicht zuerst eine Zweitheilung der Hirnhöhle stattfindet, sondern zeitlebens die primitive Form der ersten Anlage erhalten bleibe (No. 26 p. 102 u. 103). Da wir aber wissen, wie spät erst die Rochen sich phylogenetisch aus den Hajen entwickelt haben (vergl. Jäckel No. 55) kann ich aber aus der von Edinger mitgetheilten Thatsache allein den Schluss ziehen, dass entweder zur Zeit der Abgliederung der Rochen vom Plagiostomenstamme das Gehirn der Plagiostomen überhaupt noch primitiv monocoel war oder aber — und dies ist für mich das wahrscheinlichere — dass die Hemiamphicoelie, welche ja auch bei Hajen in sehr verschiedenem Grade durchgeführt ist, in der ontogenetischen Entwicklung der Rochen verwischt wurde und verloren ging.

c) Pallium.

Für die Ableitung der Teleostier durch die Ganoïden aus den Selachiern war die allmähliche Veränderung des Palliums zu einem Ependym von grosser Wichtigkeit (vergl. Goronowitsch). Für uns bedeutet sie nur ein Zeichen, dass das Dipnoërgehirn nicht aus dem Teleostier- oder Ganoïdengehirn kann abgeleitet werden; sondern einzig und allein vom Selachiergehirn, welches solide Wände hat. Im Uebrigen stimme ich Goronowitsch's Auffassung des Teleostiergehirns vollkommen bei, gegenüber Rabl-Rückhard, Fritsch und den neueren Forschern dieser Richtung, welche ihre vergleichenden Betrachtungen fast ausschliesslich auf das Teleostiergehirn aufbauen.

d) Lobus postolfactorius.

In vierter Linie muss ich einen Hirnabschnitt zur Vergleichung herbeiziehen, der bisher nicht gebührend beachtet worden ist und den ich oben als Lobus postolfactorius bezeichnet habe. War mir diese Formation bei Protopterus, wo sie vorher unbeachtet geblieben ist, höchst räthselhaft, so war ich erfreut, dieselbe als einen den meisten Wirbelthieren gemeinschaftlichen Hirnabschnitt wiederzufinden. Gehen wir zuerst auf das Selachierhirn zurück, so finden wir bei dorsaler Ansicht zu beiden Seiten der Medianebene Vorwölbungen des Vorderhirns, in die auch eine Bucht des Ventrikels einbiegt. Namentlich ist sie deutlich an Gehirnen von Selachiern (Scyllium, Acanthias [Fig. 44]). Ich erblicke in dieser Vorwölbung ein Aequivalent des Lobus postolfactorius von Protopterus wieder (Fig. 2 u. 3 L. po.) und kann in dem Umstande, dass diese Gehirnparthie bei Selachiern median vom Lobus olfactorius und nicht wie bei Protopterus ventral von ihm gelegen ist, keinen wesentlichen Unterschied erblicken. Denn denken wir uns das Selachiergehirn durch die Falte in Hemisphären getheilt und in Verbindung mit diesem Process eine Verschiebung der Riechgrube aus ihrer lateralen Lage medianwärts, so wird natürlich der Lobus olfactorius dorsal, der Lobus postolfactorius aber ventral zu liegen kommen. Dieses Verhältniss haben wir bei Protopterus. Das Schicksal des Lobus postolfactorius lässt sich aber noch weiter verfolgen. Legen wir einen Verticalschnitt durch das Vorderhirn von Protopterus, so ist der Hemisphärenventrikel vorne durch zwei Buchten begrenzt, die Bucht des Lobus olfactorius und die des Lobus postolfactorius, beide Lobi trennt die Fissura prima (vergl. Fig. 46). Genau dieselben Buchten finden wir bei Larven von Ichthyophis deutlich wieder

Ich reproducire in Fig. 47 eine Abbildung, die ich früher (No. 46 Fig. 29) vom embryonalen Ichthyophishirn selbst gegeben habe, mit der kleinen Aenderung, dass ich bei Fiss. pr. eine seichte Furche angebracht habe, welche ich erst nachträglich beobachtete. Die Figur stellt einen Verticalschnitt durch das Vorderhirn dar (meinem Stadium III von Ichthyophis entsprechend). Die Homologie der einzelnen Abschnitte beim Vergleiche mit einem ebenso orientirten Schnitte von Protopterus leuchtet ohne weiteres ein (Fig. 46). Tuberculum olfactorium, Fissura prima, Lobus postolfactorius, Recessus olfactorius und Recessus postolfactorius entsprechen sich aufs Genaueste. Habe ich mich früher verwundert, dass der Olfactorius bei diesem Stadium von Ichthyophis einen Umweg beschreibt, um ins Vorderhirn einzutreten, so erhält diese Erscheinung jetzt durch die Homologie ihre phyletische Erklärung. Auch der Längsschnitt 48, welcher

dem Gehirn einer älteren Ichthyophislarve entstammt, lässt die ursprünglichen Verhältnisse durchblicken, Recessus postolfactorius und Fissura prima sind noch vorhanden; beim erwachsenen Thier verschwindet die letztere gänzlich, indess der Recessus postolfactorius persistirt und auch beim erwachsenen Gehirn von Triton und Salamandra erhalten bleibt. Das Vorderhirn von Ichthyophis durchläuft also ein Entwicklungsstadium, welches der definitiven Form des Hirns von Protopterus homologisirbar und bis auf die Selachier zurück zu verfolgen ist.

Suchen wir nun in einer andern Richtung nach dem Lobus postolfactorius, so ist zunächst zu bemerken, dass er bei Ganoïden und Teleostiern aus den bisher vorliegenden Arbeiten nicht nachzuweisen ist, doch mag das nicht allzu hoch anzuschlagen sein, da wir ja auch dort den Lobus olfactorius nach einer Seite speciell entwickelt und abgeschlossen fänden, ohne dass eine Ableitung durch Mittelformen aus den Selachiern möglich wäre. Es sind eben doch von dem Heere der Ganoïden nur gar zu wenig Reste übrig geblieben! Weitere Schwierigkeiten bietet uns die Verfolgung des Lobus postolfactorius nach oben. Der Abbildung von Beauregard nach ist er bei Ceratodus schwach entwickelt. Doch ist einerseits nicht ausgeschlossen, dass bei genauer Betrachtung er auch hier nicht fehlt; haben ihn doch auch bei dem weitaus besser untersuchten Protopterusgehirn die bisherigen Autoren nicht gesehen und abgebildet. Andererseits kann er möglicherweise fehlen, denn es ist mir auch an Reptilien, die sich in Bildung des Lobus olfactorius eng an Ceratodus anschliessen, nicht möglich gewesen, ihn aufzufinden. Thatsache ist, dass am Vorderhirn der Säugethiere eine ähnliche Bildung vorkommt, welche allzusehr an den Lobus postolfactorius erinnert, als dass eine Homologie von der Hand zu weisen wäre. Herr Prof. His hatte die Freundlichkeit, mich auf seine Beschreibung der Entwicklung des Olfactoriusgebietes beim menschlichen Embryo (No. 33 p. 53) aufmerksam zu machen. Er gestattete mir auch, seine Fig. 32 in Fig. 50 wiederzugeben, wofür ich ihm hiermit bestens danke. Vergleichen wir diese Figur mit der von Amphibien, Dipnoërn und Selachiern, so springt die Zweitheilung des vorderen Randes der Hemisphärenhöhle lebhaft in die Augen und fordert zum Vergleich heraus. Was dort als „hinterer Riechlappen“ bezeichnet ist, entspricht unserem Lobus postolfactorius und ist durch eine Furche vom Lobus olfactorius getrennt, genau wie bei Protopterus. Aus dieser Region wird beim ausgewachsenen Gehirn die Substantia perforata, sie tritt also vollständig zurück gegenüber den übrigen Parthieen des Vorderhirns, ein Grund mehr, in ihr eine ancestrale Bildung zu sehen. Es liesse

Wir sehen also, dass der Lobus postolfactorius beim Selachierhirn einen bedeutenden Theil des Vorderhirns einnimmt und median vom Lobus olfactorius liegt, dass er dann bei Protopterus, immer noch bedeutend entwickelt, ventral zu liegen kommt, bei Amphibien aber auf einen kleinen Abschnitt des Vorderhirns reducirt wird. Am embryonalen Vorderhirn der Säugethiere bildet er einen Abschnitt der zur Substantia perforata des erwachsenen Hirns wird. Ich ziehe die Bezeichnung Lobus postolfactorius deshalb vor, weil sie nicht einschliesst, dass dieser Gehirnabschnitt zum Lobus olfactorius andere als topographische Beziehungen hat.

Als fünftes wichtiges Element phyletischer Gehirnbetrachtung erscheint mir der Lobus olfactorius. Der vergleichenden Schilderung dieses Hirnthteils schicke ich eine Tabelle voraus, welche zeigen mag, wie wenig es bisher gelungen ist, sich gerade über diesen Abschnitt zu verständigen.

[illegible]

Man sieht aus der Tabelle, dass ich mich zu der von Gegenbaur 1874 aufgestellten und von Goronowitsch neuerdings geltend gemachten Nomenclatur bekenne.

Am einfachsten tritt uns der Lobus olfactorius bei Selachiern entgegen. So zeigt Mustelus (Fig. 44 nach Fritsch), dass der Lobus olfactorius einfach eine Vorstülpung des Vorderhirns darstellt, deren Höhle zeitlebens in Communication mit der Vorderhirnhöhle bleibt. Auf einem weiteren Stadium phyletischer Entwicklung finden wir den Lobus auf eine grössere Strecke ausgezogen; hiebei hat er sich gegliedert in einen soliden Bulbus, der durch die Fila olfactoria mit der Riechschleimhaut eng verknüpft wird, einen Tractus und ein Tuberculum, welch letzteres dem Vorderhirn seitlich ansitzt; dieses Stadium habe ich von Raja abgebildet, obschon ich mir der Incorrectheit bewusst bin, die darin liegt, eine so neue Form zum Vergleiche heranzuziehen. Doch kann ich, da nach den Untersuchungen von Miclucho-Maklay (No. 4) und Rohon (No. 11) dieses Verhalten des Lobus olfactorius auch bei andern Selachiern üblich ist, dieselbe rechtfertigen. (Ich muss hier einschalten, dass mir der Lobus hippocampi aus dem hintern Theil des Tuberculum olfactorium der Selachier hervorgegangen zu sein scheint). Ein drittes Stadium in der Entwicklung des Lobus olfactorius tritt uns nun in Protopterus entgegen (Fig. 46): Hier ist noch ein Bulbus olfactorius vorhanden, der sich der Riechschleimhaut anlegt, der Tractus beginnt sich an seinem Austritt aus dem Tuberculum in zwei Aeste zu spalten. In das Tuberculum führt eine schwache Ausbuchtung der Vorderhirnhöhle. Dieses Stadium leitet über zu demjenigen, welches uns im Amphibiengehirn und zwar bei Ichthyophis entgegentritt (Fig. 47 u. 48). Der Bulbus ist verschwunden, Tractus und Fila olfactoria fliessen direct ineinander über und am Vorderhirn ist das Tuberculum olfactorium stehen geblieben und ziemlich stark entwickelt. Hier liegen zweierlei Möglichkeiten vor: Entweder ist der Bulbus ganz aufgegeben und der in zwei Aeste getheilte Olfactorius entspricht dem Tractus und erst in seinen vordersten Spitzen den Fila; in diesem Falle ist der bei Amphibien bisher als Lobus olfactorius bezeichnete Abschnitt fälschlicher Weise so benannt; oder es haben sich in diesem Theil Tuberculum und Bulbus vereinigt und der Olfactorius besteht nur aus den Fila. Für die letztere Möglichkeit spricht der Umstand der Zweitheilung, da auch die Nasenschleimhaut in die Riechgrube und das Jacobson'sche Organ zerfällt, von denen dann etwa je ein Ast des Olfactorius centripetal wachsen würde. Hier bleibt also der Nachuntersuchung ein dankbares Gebiet offen. So lässt sich also auch der olfactorische Abschnitt des Vorderhirns von den Amphibien

durch die Dipnoër zu den Selachiern zurück verfolgen. Von den Amphibien ist dagegen nach den Reptilien hin kein Anschluss zu finden, doch erfährt der Lobus olfactorius bis zu den Säugethieren hinauf innerhalb der Hauptreihe der Wirbelthiere nur geringe Veränderungen. Ich führe diese Constanz des Verhaltens darauf zurück, dass der Geruchssinn überhaupt gegenüber den übrigen Sinnen in den Hintergrund tritt und dass die übermächtige Entfaltung des Palliums dem Lobus olfactorius keinen Aufschwung zu nehmen gestattet. Von jener primitiven Form des Lobus olfactorius wie wir ihn bei *Mustelus* treffen (Fig. 44) ist der Lobus olfactorius von *Ceratodus*, soweit er durch die Beschreibungen von Huxley und Beauregard bekannt ist, leicht zu verstehen. Es kommt hier nicht zur Bildung eines Tractus und der Recessus olfactorius reicht bis in den Bulbus hinein (Fig. 49). Genau derselbe Zustand kehrt bei Reptilien wieder und tritt sogar bei gewissen Säugethieren noch in dieser ursprünglichen Form auf, z. B. beim Pferd. Bei den meisten Säugethieren solidificirt Tractus und Bulbus und sie besitzen nur embryonal eine mit dem Hemisphärenventrikel in Verbindung stehende Höhle. Dass dieser phyletischen Entwicklungsreihe auch eine ontogenetische Parallele folgt, ebenso wie beim Lobus postolfactorius, geht aus der Schilderung hervor, welche His dem Olfactoriusgebiete des menschlichen Embryo gewidmet hat (No. 33).

Die Beschaffenheit des Olfactorius bei Teleostiern lässt sich mit Hilfe der Ganoïden phyletisch hinreichend verstehen. Dass bei Teleostiern verschiedene Typen der Ausführung nachzuweisen sind (Cyprinoïden und Salmoniden) beweist nur, dass der Olfactorius für jene Wirbelthiere von hohem physiologischem Werthe ist.

In der phyletischen Entwicklung des Lobus olfactorius lassen sich also drei Entwicklungsbahnen verfolgen. Eine Stammreihe, welche vom Selachier zum Menschen führt, durch *Ceratodus* und die Reptilien. Eine Seitenreihe durch *Protopterus* zu den Amphibien. Drittens eine von der vorigen unabhängige Seitenreihe durch die Ganoïden zu den Teleostiern. Zu viert kommen, unabhängig von anderen Bahnen, die Cyclostomen in Betracht, deren Monorhinie wohl Rückbildungserscheinung sein dürfte.

C. Die Phylogenie der Gehirnzellen.

Stieda stellte zuerst den Unterschied auf, welcher zwischen den verschiedenen Ganglienzellen in Bezug auf Grösse, Färbbarkeit, Beschaffenheit des Kerns und Protoplasmas, Stärke des Achsencylinders u. s. w. besteht. Seine Eintheilung in grosse, mittlere und kleine Ganglienzellen erweist sich auch als zweckmässig, obgleich diese Bezeichnungen mehr besagen, als dem Namen nach scheinen möchte. Aus den Arbeiten derjenigen Forscher, welche namentlich Würmer, Crustaceen, Amphioxus und Cyclostomen untersucht haben, geht hervor, dass gerade bei diesen niederen Thieren constant Riesenzellen vorkommen, welche bei Fischen und Amphibien in verkleinerter Form wiederkehren und nach oben immer kleiner werden. So ist es Rhode (No. 30) gelungen, Kolossalzellen im Rückenmark des Amphioxus wiederzufinden, welche ihrer Form und dem Verlauf ihres Achsencylinders nach den Freud'schen Hinterzellen des Rückenmarkes von Petromyzon entsprechen, und welche durch die ganze Wirbelthierreihe immer kleiner werdend, bei Säugern als die Ramon y Cajal'schen Commissurenzellen wiederkehren. Aber dieser Reductionsprocess des Kalibers einer Ganglienzelle ist typisch für alle grossen Ganglienzellen und es lässt sich im Allgemeinen der Satz aufstellen, dass, je höher wir in der Thierreihe steigen, umsomehr das Grössenmaass des Zelleibes der Homologa jener Zellen reducirt wird, welche gerade bei niederen Thieren am grössten sind. Ein anderes Beispiel für diese Regel finden wir in den Mauthner'schen Acusticuszellen, welche sammt ihrem Achsencylinder stetig abnehmen, je höher das Thier steht, das wir untersuchen. Schon bei Reptilien lässt sie sich nicht mehr von den übrigen Zellen der motorischen Kerne unterscheiden. Von Interesse scheint mir ferner die Thatsache, dass solche grossen Ganglienzellen auch innerhalb des Centralnervensystems eine räumliche Grenze haben und zwar mit dem Zwischenhirnkern authören. Darin stimmen alle niederen Wirbelthiere überein. Was im prächordalen Hirn liegt, sind Ganglienzellen, die höchstens zur Kategorie der mittleren gehören; diese Beobachtung hat schon Ahlborn (No. 18) bei Petromyzon gemacht. Ich will an diese Erscheinungen keine organogenetischen Speculationen knüpfen, weil aus Mangel an hinreichend verwerthbaren Thatsachen der Phantasie ein allzugrosser Spielraum gegönnt wäre; auch Reflexionen über die physiologischen Veränderungen, die mit der Reduction der grossen Ganglienzellen Hand in Hand gehen,

liegen mir fern. Aber es drängt sich die Frage auf: Wo ist der Ersatz zu suchen, der für den Ausfall an Grösse und wohl auch Leistungsfähigkeit der epichordalen grossen Ganglienzellen eintritt? Da zeigt sich nun, dass parallel der Reduction die Entwicklung des Vorderhirns und die Entfaltung seiner Ganglienzellen an Zahl und Differenzirung steigt, sodass wir wohl annehmen dürfen, es sei ein Theil der Function jener Zellen auf das Vorderhirn übertragen worden. Abgesehen davon, erhebt sich auch die Frage, wie haben wir uns jene mannigfaltigen Zellformen und ihre Anordnungen entstanden zu denken, welche die Grosshirnrinde der Amnioten ausmachen?

Bei Selachiern existirt eine solide Gehirnwandung, in welcher zerstreute Ganglienzellen liegen. Es ist bisher nicht bekannt, dass schon einzelne Ansammlungen zu Schichten stattfänden; die einzige hierauf bezügliche Beobachtung ist eine Abbildung Rohons (No. 11), welcher eine Hirnrinde unterscheidet, die sich durch etwas compactere Stellung einer äusseren Lage von Zellen geltend machen soll. Ueber die Gestalt der Vorderhirnzellen des Selachierhirns existiren ebenfalls keine zuverlässigen Beobachtungen auf Grund neuerer Technik; hier sind zwei Dinge möglich: entweder verzweigen sich die Dendritenfasern nach allen Seiten, oder aber, es hat schon eine Orientirung stattgefunden und die Dendritenfasern strahlen nach der dem Axencylinder entgegengesetzten Seite aus. Diese Anordnung der Zellen hat sich noch im Corpus striatum von Protopterus und Amphibien erhalten (Figg. 22—24). Aus dieser dispersen Zellanordnung müssen wir uns auch die Anordnung, wie wir sie bei Protopterus finden, erklären. Die regellos zerstreuten Ganglienzellen haben sich gesammelt zu einer Hirnrinde und einem Centralgrau; bei Amphibien sind von der ersteren bloss Rudimente übrig geblieben, dagegen das Centralgrau als Hauptschicht vorhanden. Worauf es mir hier ankommt, das ist, zu zeigen, dass das Centralgrau nicht eine primitive Zellanordnung vorstellt, sondern eine reductive, dass aber auch die Hirnrinde keine Neubildung ist, die mit den Reptilien beginnt, sondern dass sie schon da abgegliedert wird, wo überhaupt eine Sonderung der Zellen in Schichten stattfindet, also innerhalb der Selachier.

Die Zellen, welche wir bei niederen Thieren im Vorderhirn finden, sind sammt und sonders kleine und mittlere Ganglienzellen; nur aus einer so indifferenten Anlage konnten sich die mannigfaltigen Formen entwickeln, welche das Grosshirn der Säuger aufweist. Wollen wir wissen, welches die ältesten Zellen des Säugethierhirns sind, so haben wir sie auch bei den relativ kleinsten zu suchen.

Wir haben Fig. 39 Zellen aus der Fascia dentata eines Affen abgebildet, welche die grösste Aehnlichkeit mit den Zellen aus dem Lobus hippocampi von Protopterus haben; ihre Form, die unter den Grosshirnzellen einzig dasteht, ist als die älteste zu betrachten, wie denn auch der Lobus hippocampi den Säuger als eine der phyletisch ältesten Vorderhirnwölbungen nachzuweisen ist, während die Rindenzellen in all ihrer Mannigfaltigkeit erst da auftreten, wo eine stärkere Ausdehnung der Hemisphären vorhanden ist. Weniger sicher möchte ich dagegen behaupten, dass die Spindelzellen in der Grosshirnrinde von Protopterus mit den Spindelzellen der Grosshirnrinde von Amnioten homolog sind.

Jedenfalls ist das Studium der Zellen, ihrer Anordnung und Form dazu angethan, den Unterschied zwischen prächordalem und epichordalem Gehirn aufrecht zu erhalten und trägt in keiner Weise dazu bei, die Auffassung zu stützen, welche das primitive Vorderhirn einem Abschnitte des Rückenmarkes homodynamisirt (Goronowitsch u. Götte).

D. Uebersicht der phyletischen Entwicklung des Gehirns.

In der nachfolgenden Tabelle habe ich eine Uebersicht des Gehirns der Wirbelthiergruppen gegeben unter Hervorhebung der verschiedenen zur Taxation mir als wichtig erscheinenden Merkmale. Ich betone, dass ich nicht auf das eine oder andere Merkmal Gewicht lege, sondern auf ihre Summe. Ich habe dabei manches weggelassen, was als allgemein anerkannt gelten kann; z. B., dass bei höheren Thieren das Schwergewicht der Entfaltung auf's Vorderhirn fällt, bei den niedrigsten auf's Rautenhirn; es hätten sich auch noch die Complicationen der Hirnachse eintragen lassen; doch wollte ich die Diagnosen nicht um anderes als thatsächliches Material vermehren. Dass das Kleinhirn nicht berücksichtigt wurde, mag befremden; ich hoffe indess, bald nachweisen zu können, dass bei höheren Thieren etwas anderes als Kleinhirn bezeichnet wird, als bei Selachiern; obgleich auch die bisherige Auffassung desselben unser natürliches System nicht umzuwerfen im Stande wäre. Dass viele Lücken erst noch auszufüllen sind, dürfte mir selbst am allerklarsten sein. Holocephalen, Myxinoïden, Ceratodus, Lepidosiren, Notidanus sind Formen, ohne deren genaues Studium ein Urtheil über das Gehirn unvollständig bleiben muss.

D. Uebersicht der phyletisch

Selachier.

Mittelhirn kleiner als Vorderhirn; Zellen wenig differenzirt; Zirbel lang, das Schädeldach eingelassen; Tela chor. sup. einfach; Adergeflechtknoten inferior fehlt, Velum; Lobi inferiores entwickelt; Vorderhirn hemiamphicoel; Lobus hippocampi fehlt; Lobus postolfactorius stark ausgebildet; Lobus olfactorius theils hohl, theils solid und Tractus solide, nur Tuberculum z. Th. mit Höhle. Ganglienzellen durch Mantelsubstanz zerstreut; Spure von Hirnrinde; keine Differenzirung der Zellen.

Ganoïden.

Mittelhirn kleiner oder gleich Vorderhirn; Zellen differenzirt; Zirbel lang, das Schädeldach erreichend; Tela chor. sup. einfach; Adergeflechtknoten fehlt; Plexus inferior fehlt, Velum; Vorderhirn hemiamphicoel; Lobi inferiores stark ausgebildet; Lobus hippocampi fehlt; Lobus postolfactorius? Lobus olfactorius solid; Tractus und Bulbus; Tuberculum z. Th. mit Höhle. Hirnmantel ependymatös, weder Spuren von Hirnrinde noch Differenzirung der Zellen.

Teleostier.

Mittelhirn grösser als Vorderhirn; Zellen hoch differenzirt. Zirbel erreicht nicht das Schädeldach; Tela chor. sup. einfach, höchstens schwach gefaltet; Adergeflechtknoten fehlt; Plexus inferior fehlt, Velum; Lobi inferiores in grösster Ausbildung; Vorderhirn hemiamphicoel; Lobus hippocampi? postolfactorius? Lobus olfactorius solid, verschieden ausgebildet (Cyprinoïden und Salmoniden) Hirnmantel ependymatös, weder Spuren von Rinde noch Differenzirung der Zellen.

Ceratodus.

Mittelhirn kleiner als Vorderhirn; Zellen wenig differenzirt; Zirbel lang, das Schädeldach eingelassen; Tela chor. sup.? Adergeflechtknoten inferior? Vorderhirn hemiamphicoel; Lobus hippocampi? postolfactorius? Lobus olfactorius hohl undifferenzirt; Hirnmantel ependymatös; keine Differenzirung der Zellen?

Reptilien.

Mittelhirn kleiner als Vorderhirn; Zellen wenig differenzirt; Kleinhirn unpaarig; Schädel durchbrechend, zu einem Ganagium umgebildet, reich differenzirt; Tela chor. sup. ausgebildet; Adergeflechtknoten inferior? Plexus inferior? Lobi inferiores fehlen; Vorderhirn hemiamphicoel; Lobus hippocampi nach unten gekrümmt; Lobus postolfactorius? Lobus olfactorius hohl. Ganglienzellen in mehreren Schichten geordnet, differenzirt.

Säugethiere.

Kleinhirn reich entfaltet, parietale Loben viel kleiner als Vorderhirn; Zellen hoch differenzirt; Lobi inferiores reduziert; Vorderhirn amphicoel; Lobus hippocampi nach unten verdrängt; Lobus postolfactorius? Substantia perforata reduziert; Lobus olfactorius z. Th. hohl (Pferd) z. Th. solid und Tractus differenzirt. Ganglienzellen in zahlreichen Schichten und reich differenzirt; das Vorderhirn durchsetzt von glatter oder mit Windungen versehener Substanz.

Die Entwicklung des Gehirns.

Hirn; Zellen
Bläschen im
chor. sup.
hlt; Plexus
feriores gut
phicoel (re-
hippocampi
entwickelt;
heils Bulbus
erculum mit
die ganze
von Hirn-
Zellformen.

Petromyzon.

Mittelhirn gleich Vorderhirn; Zellen wenig differenzirt; Zirbel lang; den Schädel durchbrechend. Tela chor. sup. einfach; Adergeflechtknoten fehlt; Plexus inferior fehlt, Velum? Lobi inferiores vorhanden; Vorderhirn hemiamphicoel? Lobus hippocampi und postolfactorius fehlt; Lobus olfactorius in Tractus und Bulbus? differenzirt. Ganglienzellen zerstreut; keine Hirnrinde?

Dipnoër.

Hirn; Zirbel?
oten? Plexus
coel; Lobus
obus olfac-
vand solide.

Protopterus.

Mittelhirn kleiner als Vorderhirn; Zellen wenig differenzirt; Zirbel lang, Bläschen im Schädeldach eingelassen; Tela chor. sup. gefaltet; Adergeflechtknoten primitiv; Plexus inferior primitiv, Velum; Lobi inferiores schwach entwickelt, aber vorhanden. Vorderhirn amphicoel; Lobus hippocampi vorhanden, nach hinten gerichtet; Lobus postolfactorius stark entwickelt; Lobus olfactorius differenzirt; Tuberculum mit Höhle; Tractus mit primitiver Zweitheilung; Bulbus schwach vorhanden. Ganglienzellen zu Centralgrau und zwei Rindenschichten differenzirt; Corpus striatum primitiv struirt.

Hirn; Zellen
Zirbel den
nem Organ
Tela chor.
knoten be-
lum? Lobi
amphicoel;
und vorne
s schwach;
glenzellen in

Ichthyophis.

Mittelhirn kleiner als Vorderhirn; Zellen wenig differenzirt; Zirbel reducirt birnförmig; Tela chor. sup. reich gefaltet; Adergeflechtknoten Maximum; Plexus inferior stark entwickelt. Velum zum Plexus chorioideus Ventr. III umgebildet; Lobi inferiores schwach entwickelt, aber vorhanden; Vorderhirn amphicoel; Lobus hippocampi nach unten gebogen; Lobus postolfactorius rudimentär; Lobus olfactorius reducirt; Tuberculum mit Höhle; Tractus? zweitheilig; Bulbus fehlt; Ganglienzellen als Centralgrau mit vorspringenden Anhäufungen im Lobus hippocampi; Corpus striatum primitiv struirt.

rig. Mittel-
; Zwischen-
ehlen; Vor-
ocampi nach
actorius zur
Lobus olfac-
l. in Bulbus
lienzellen in
er Differen-
end. Mantel
ehen.

Urodelen und Anuren.

Mittelhirn kleiner oder (anur) gleich Vorderhirn; im letzteren Falle Zellen zu Schichten angeordnet und differenzirt; Zirbel reducirt abgeflacht; Tela chor. sup. reich gefaltet; Adergeflechtknoten stark ausgebildet; Plexus inf. gut entwickelt; Plexus chor. ventr. III lang ungetheilt; Lobi inferiores schwach entwickelt; Vorderhirn amphicoel; Lobus hippocampi fehlt; Lobus postolfactorius rudimentär; Lobus olfactorius reducirt; Tractus zweitheilig; Bulbus fehlt; Ganglienzellen als Centralgrau mit vorspringenden Anhäufungen in der regio hippocampi. Corpus striatum primitiv struirt.

Als allgemeines Resultat unserer Vergleichung dürfte gelten, dass das Gehirn von *Protopterus* nicht, wie bisher behauptet wurde, ein Amphibiengehirn ist, sondern einen ausgeprägten eigenen Typus darstellt, welcher ermöglicht, die Formverhältnisse des Amphibienhirns aus dem Selachierhirn zu verstehen, dass das Gehirn von *Protopterus* Bildungen zeigt, welche in der Entwicklung des Gehirns höherer Wirbelthiere wiederkehren, dass aber die Berührungspunkte mit Reptilien nicht näher genannt werden können. Es ist anzunehmen, dass *Ceratodus* geeignet ist, die Brücke zwischen dem Gehirn der Reptilien und dem der Selachier zu schlagen. In jedem Falle haben wir das Gehirn der Selachier als die Grundlage für die Erklärung höherer Gehirnformen zu betrachten (Gegenbaur).

E. Metamerie und Segmentation.

Je umfangreicher das Material ist, welches in neuerer Zeit auf die Entwicklung des Kopfes in ontogenetischer und phylogenetischer Richtung untersucht wird, umso complicirter gestaltet sich die Aufgabe, vom Gesichtspunkte der Metamerentheorie aus dem Bau des Kopfes beizukommen. Ist Aussicht vorhanden, die Metamerie des Gehirnrohres von Säugern mit der von Selachiern in Uebereinstimmung zu bringen, so können diejenigen Versuche einstweilen nicht als abgeschlossen betrachtet werden, welche darauf ausgehen, die Amphibien und Reptilien anzuschliessen; solche Versuche haben in neuester Zeit Mc Clure (No. 50) und Orr (No. 49) gewagt, ohne dass jedoch ihre Resultate mit denen der Untersucher von geeigneteren Objecten in Einklang zu bringen wären. Und dass die Amphibien für solche Studien die denkbar ungeeignetsten Objecte sind, sollte einem Gehirnanatomen nicht erst gesagt werden müssen, denn er gerade hat reichliche Gelegenheit, sich von der starken Reduction zu überzeugen, welcher das Centralnervensystem dieser Wirbelthiergruppe anheim gefallen ist.

Protopterus bietet zwar wenig Veranlassung, in das Wespennest der Metamerenfrage hineinzufassen. Die einzige Erscheinung am entwickelten Gehirn, die etwa vom Gesichtspunkte der Metamerie interessant wäre, ist die Beschaffenheit des Mittelhirnbodens, dessen drei Falten auf die Eintheilung des Selachiermittelhirns in drei En-

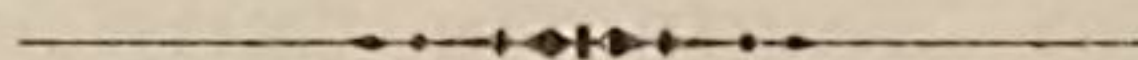
cephalomeren sich beziehen liessen, vorausgesetzt, dass einmal embryologische Untersuchungen diese Auffassung bestätigen. Dagegen muss ich hier die Frage nach der „Segmentation“ des Amphibienhirns zur Sprache bringen, veranlasst durch ein persönliches Schreiben Osborn's, in welchem mir der amerikanische Forscher folgende Mittheilung macht:

„I see I have misled you on p. 397*) — in regard to „the segmentation of the brain — I used the term in reference to the secondary or vesicular segmentation of the „tube not to the primary metamerism — which has of late „year fully investigated by my students: Dr. Henry Orr „Journal of Morphology, on development of the C. J. W. McClure J. o. M. on primary segmentation of vertebrate brain. „Burt G. Waters. Quarterly Journ. micr. science (in press).“

Diese Mittheilung veranlasst mich zu folgenden Bemerkungen: Osborn unterscheidet also Metamerie und Segmentation. Unter der letzteren versteht er die Abschnürung des Hirns in Bläschen und macht den Versuch zwischen den vier Hirnblasen eine seriale Homologie aufzustellen (No. 32 p. 56—59), wobei er voraussetzt, dass die Metamerie des Amphibienhirns „recently demonstrated by Orr“ sei. Ich hatte also in meiner Zurückweisung seines Versuches darin gefehlt, dass ich „segmentation“ mit Metamerie übersetzte. Aber trotz der freundlichen Aufklärung Osborn's kann ich den Werth seiner „secondary or vesicular segmentation“ nicht begreifen. Reducirt Osborn die fünf Bläschen des Hirns, welche die älteren Embryologen unterscheiden, auf vier, indem er, wie neuerdings His das Cerebellum als den vordersten Rand des Rautenhirnbläschens auffasst, so stimme ich ihm hierin gern bei. Dann bleibt aber bestehen, was ich (No. 46 p. 398) über den Werth der Commissuren für diese Eintheilung gesagt habe. Und ferner hat hiermit der Autor noch lange nicht das Recht, eine „serial homology“ zwischen den Hirnbläschen zu behaupten. Glaubt Osborn an die Richtigkeit der Neuromerie, wie sie seine Schüler für Amphibien und Reptilien aufgestellt haben, dann muss er auch einsehen, dass die Gehirnbläschen als Abschnitte, welche aus einer verschieden grossen Anzahl von Neuromeren bestehen, unmöglich homologisirt werden können, denn homolog können nur morphologisch gleichwerthige Abschnitte (oder gleiche Summen gleicher Abschnitte) sein. Glaubt aber Osborn an die Richtigkeit seiner Theorie der vesiculären Segmentation, so muss er darauf verzichten die Neuromerie für bewiesen anzusehen oder

*) Bezieht sich auf No. 46 der Litteraturangabe.

ihr überhaupt einen Werth beizulegen; dann müssten für ihn die Neuromeren nur mehr oder weniger durch die übrige Kopfbildung bedingte Falten sein, denen kein morphologischer Werth zukommt. Mir scheint dagegen, er habe sich bei dem in der Luft liegenden Streben, Segmente zu suchen, durch eine äusserliche Aehnlichkeit der vier Bläschen des primitiven Amphibiengehirns, wie er es in seinem Holzschnitt wohl etwas sehr schematisch abgebildet hat, zu der Segmenttheorie verleiten lassen. Da aber diese Segmenttheorie bisher weder die Metamerentheorie gestürzt noch auch irgendwelche Anhänger gefunden hat, dürfte vielleicht mein Fehler, dieselbe nicht als wissenschaftlich bewiesen anzuerkennen, entschuldbar sein.

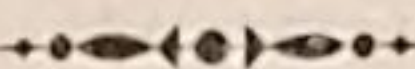


Litteraturverzeichnis.

1. **Owen**, Description of the *Lepidosiren annectens*. Transaction of the Linnean Society London 1839.
2. **Busch**, De Selachiorum et Ganoïdeorum encephalo. 1848.
3. **Serres**, Recherches sur quelques points de l'organisation du *Lepidosiren annectens*, description du cerveau, Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris. T. LVII. 1863.
4. **von Miklucho-Maclay**, Das Gehirn der Selachier. 1870.
5. **Stieda**, Ueber die Deutung der einzelnen Theile des Fischgehirns. Zeitschrift für wiss. Zoologie 1873.
6. **Stieda**, Ueber den Bau des centralen Nervensystems der Amphibien und Reptilien. Zeitschr. für wiss. Zoologie 1875.
7. **Götte**, Entwicklungsgeschichte der Unke. 1875.
8. **Huxley**, On *Ceratodus Forsteri*, Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London. 1876.
9. **Wiedersheim**, Zur Anatomie und Physiologie des *Phyllodactylus europaeus*. Morph. Jahrb. 1876.
10. **Ehlers**, Die Epiphyse am Gehirn der Plagiostomen. Zeitschrift für wiss. Zoologie. 1878.
11. **Rohon**, Das Centralorgan des Nervensystems der Selachier. Denkschr. der K. K. Akad. Wien 1878.
12. **Fritsch**, Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns. 1878.
13. **Rabl-Rückhard**, Das Centralnervensystem des Alligators. Zeitschr. für wiss. Zoologie 1878.
14. **Wiedersheim**, Das Skelet und Nervensystem von *Lepidosiren annectens*. Morphol. Studien Jena 1880.
15. **Schwalbe**, Lehrbuch der Neurologie. 1880.
16. **Beauregard**, Encéphale et nerfs crâniens du *Ceratodus Forsteri*. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1881.
17. **Cattie**, Recherches sur la glande pinéale des Plagiostomes, des Ganoïdes et des Téléostéens. Arch. de Biologie 1882.
18. **Ahlborn**, Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. Zeitschr. für wiss. Zoologie 1883.

19. **Rabl-Rückhard**, Zur Deutung und Entwicklung des Gehirns der Knochenfische. Archiv für Anat. und Entwicklungsgeschichte 1883.
20. **Sagemehl**, Einige Bemerkungen über die Gehirnhäute der Knochenfische. Morph. Jahrb. 1884.
21. **Gegenbaur**, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1885.
22. **Fulliquet**, Recherches sur le cerveau du Protopterus annectens. Diss. Genf 1886.
23. **Wiedersheim**, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 1886.
24. **Parker**, Anatomie und Physiologie von Protopterus annectens. Berichte der Naturf.-Gesellschaft, Freiburg 1888.
25. **Edinger**, Ueber die Entwicklung des Hirnmantels der Thierreihe. Archiv für Psychiatrie 1888.
26. **Edinger**, Untersuchungen über die vergl. Anat. des Gehirns: I. Vorderhirn. 1888.
27. **Wlassak**, Das Kleinhirn des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol.-Abth. 1888.
28. **Köppen**, Zur Anatomie des Froschgehirns. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte 1888.
29. **Goronowitsch**, Das Gehirn und die Cranialnerven von Acipenser ruthenus. Morph. Jahrb. 1888.
30. **Rhode**, Histologische Untersuchungen über das Centralnervensystem von Amphioxus. Zool. Beitr. v. Anton Schneider. 1888.
31. **His**, Zur Geschichte des Gehirns. Sächs. Akademie der Wissenschaften. 1888.
32. **Osborn**, A contribution to the internal structure of the Amphibian brain. Journal of Morphology 1888.
33. **His**, Die Formentwicklung des menschl. Vorderhirns. Sächs. Akad. der Wissenschaften 1889.
34. **Nakagawa**, The origin of the cerebral cortex. Journal of Morphology 1890.
35. **Oyarzum**, Ueber den feineren Bau des Vorderhirns der Amphibien. Archiv f. mikr. Anat. 1890.
36. **Coggi**, Ueber die sogen. Kalksäckchen an den Spinalganglien des Frosches und ihre Beziehungen zum Ductus endolymphaticus. Anat. Anz. 1890.
37. **Burckhardt**, Die Zirbel vom Ichthyophis glutinosus und Protopterus annectens. Anat. Anz. 1890.
38. **Ramon y Cajal**, Terminacion de nervo optico etc. Gaz. sanit. municipal. Sept. 1890.
39. **Ramon y Cajal S.**, Textura de las circonvoluciones cerebrales de los mamiferos inferiores. Gaceta med. Catalana. Dec. 1890.
40. **Sala**, Zur feineren Anatomie des grossen Seepferdefusses, Zeitschr. für wissensch. Zoologie 1891.
41. **von Lenhossék**, Zur Kenntniss der Neuroglia des menschl. Rückenmarkes. Verhdlg. der Anat. Gesellsch. München 1891.
42. **Turner**, The convolutions of the Brain. X. Int. med. Congress 1891.
43. **Zimmermann**, Ueber die Metamerie des Wirbelthierkopfes. Verhdlg. der Anat. Gesellsch. 1891.

44. **Rex**, Beiträge zur Morphologie der Hirnvenen der Elasmobranchier. Morph. Jahrb. 1891.
45. **Waldeyer**, Ueber einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems. 1891.
46. **Burckhardt**, Untersuchungen am Hirn und Geruchsorgan von Triton und Ichthyophis. Zeitschr. für wiss. Zoologie 1891.
47. **Edinger**, Untersuchungen über die vergl. Anat. des Gehirns II.: Das Zwischenhirn der Selachier und der Amphibien. 1892.
48. **Edinger**, Bericht über die Leistungen auf dem Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems. 1890. „Schmidt's Jahrbücher.“
49. **Orr**, On development of the Lizard. Journal of Morphology 1887.
50. **Mc. Chure**, The segmentation of the primitive vertebrate brain. Journal of Morphology 1890.
51. **von Lenhossék**, Ueber die Spinalganglien des Frosches. Archiv für mikr. Anatomie 1886.
52. **Broca**, Recherches sur les centres olfactifs. Revue d'Anthropologie 1879.
53. **His**, Die Entwicklung des menschl. Rautenhirns. Abhandlungen der sächs. Gesellsch. der Wissenschaften. 1890.
54. **Herrick**, Zahlreiche Aufsätze über das Teleostier- und Ganoïdengehirn im Journal of comparative Neurology 1890 u. 1891.
55. **Jäckel**, Ueber Cladodus und seine Bedeutung für die Phylogenie der Extremitäten. Gesellschaft naturforschender Freunde, Berlin 1892.
56. **Mayser**, Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische. Zeitschr. für wissensch. Zoologie 1892.
57. **Sarasin, P. u. F.**, Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. Bd. II Heft 4. 1890.



Tafelerklärung.

Tafel I.

- Fig. 1. **Medianschnitt durch das Gehirn von Protopterus**, aus Sagittalschnitten reconstruirt, 10fache Vergr.
- Fig. 2. **Ventrale Ansicht des Gehirns von Protopterus**, nach dem fixirten Präparat gezeichnet; vervollständigt nach Serien. 8fache Vergr.
- Fig. 3. **Laterale Ansicht des Gehirns von Protopterus**, nach dem fixirten Präparat gezeichnet; vervollständigt nach Serien. 8fache Vergr.
- Fig. 4. **Dorsale Ansicht des Gehirns von Protopterus**, nach dem fixirten Präparat gezeichnet; vervollständigt nach Serien. 8fache Vergr.

Zeichenerklärung.

III—XII die Hirnnerven 1, 2, 3 u. s. w. ihre Wurzeln von vorne nach hinten gezählt; d = dorsale, lat. = laterale, v = ventrale Wurzeln; C. cal. = Corpus callosum; Com. ant., post., sup. = Commissura anterior, posterior, superior; Con. = Conarium (Adergeflechtknoten); D. d. = Kreuzung der dorsalen Vagusbahnen; D. s. e. = Divertikel des Saccus endolymphaticus; Hh. = Hinterhirn; Hyp. dr. Th. = Drüsiger Theil der Hypophyse; L. h. = Lobus hippocampi; L. inf. = Lobus inferior; Lpo. = Lobus postolfactorius; L. term. = Lamina terminalis; Mh. = Mittelhirn; Mhd. = Mittelhirndach; Mh. I—III = die drei Segmente des Mittelhirnbodens; Mhgr. = Grenze des Mittelhirns nach dem Rautenhirn; Mo. = Medulla oblongata; Msp. = Medulla spinalis; Opt. = Opticus; P. = Pallium; Pl. vent. IV = Decke des Rautenhirns; Pl. hem. = Plexus hemisphaerium; Pl. inf. = Plexus inferior; Rl. = Rautenlippe; S. e. = Saccus endolymphaticus; I sp. d. = sensible Wurzel des I Spinalnerven; Tr. ol. = Tractus olfactorius; Tub. ol. = Tuberculum olfactorium; Vh. = Vorderhirn; Zb. = Zirbelbläschen; Zh. = Zwischenhirn; Zp. = Zirbelpolster; Zst. = Zirbelstiel.

Tafel II.

- Fig. 5. **Sagittalschnitt des Gehirns von Protopterus in der Nähe der Medianebene.** 10fache Vergr.
- Fig. 6. **Sagittalschnitt des Gehirns von Protopterus, lateral vom vorigen.** 10fache Vergr.
- Fig. 7. **Sagittalschnitt durch das Vorderhirn von Protopterus, lateral vom vorigen.** 10fache Vergr.
- Fig. 8. **Sagittalschnitt durch das Vorderhirn von Protopterus, lateral vom Ventrikel.** 10fache Vergr.
- Fig. 9. **Horizontalschnitt durch das Gehirn von Protopterus.** 10fache Vergr.
- Fig. 10. **Horizontalschnitt durch das Gehirn von Protopterus, ventral vom vorigen,** 10fache Vergr.
- Fig. 11. **Horizontalschnitt durch die linke Hemisphäre des Vorderhirns, dorsal von Fig. 9.** 10fache Vergr.
- Fig. 12. **Querschnitt durch die hintere Gegend der linken Hemisphäre des Vorderhirns einer ausgewachsenen Tritonlarve.** 20fache Vergr.
- Fig. 13. **Querschnitt durch die Medulla oblongata in der Gegend des Acusticusaustritts.** 20fache Vergr.

Zeichenerklärung.

Amh. = Ammonhorn; A. I. Zsch. = äussere und innere Zellschicht der Grosshirnrinde; Aq. S. = Aquaeductus Sylvii; Ba. = Bindearm; Com. ant. post. sup. = Commissura anterior, posterior, superior; C. cal. = Corpus callosum; C. gr. = Centrales Grau; Con. = Conarium; C. str. = Corpus striatum; Dec. popt. = Decussatio postoptica; Dec. MF. = Kreuzung der Mauthner'schen Fasern; Dec. Mhtr. = Kreuzung der Mittelhirntrigeminusbahn; D. s. e. = Divertikel des Saccus endolymphaticus; F. pr. = Fissura prima; G. hab. = Ganglion habenulae; Hh. = Hinterhirn; Hlb. = Hinteres Längsbündel; Hr. = Hirnrinde; Hyp. dr. Th. = Drüsiger Theil der Hypophysis; Inf. = Infundibulum; Laq. = Schleife; L. hip. = Lobus hippocampi; Lhz. = Zellen des Lobus hippocampi; L. po. = Lobus postolfactorius; L. t. = Lamina terminalis; M. B. = Meynert'sche Bündel; Mh. = Mittelhirn; Mhtr. = Mittelhirntrigeminusbahn; Nvag. = Motorische Vaguskerne; Olf. b. = Olfactoriusbahn, welche sich in der Com. ant. kreuzt; Op. = Opticus. Opz. = Randzellen des Mittelhirns; Pl. hem. inf., vent. IV = Plexus hemisphaerium, inferior und ventriculi IV; Rec. ol. po. popt. prae. = Recessus olfactorius, postolfactorius, postopticus, praeopticus; S. ol. = Sulcus olfactorius; Sac. vasc. = Saccus vasculosus; Tr. g. hab. = Tractus commissurae superioris ad mesencephalon; Tr. di. pro. = Tr. com. sup. ad diencephalon, ad proencephalon; Tr. hip. = Tractus hippocampi ad olfactorium; Tr. ol. = Tractus olfactorius; Tub. ol. = Tuberculum olfactorium; V. = Ventrikel; Zk. = Zwischenhirnkern; Zst. = Zirbelstiel; III—VIII Hirnnerven.

Tafel III.

Fig. 14—28. **Protopterus, Mittelhirn, Zwischenhirn, Vorderhirn, Querschnitt, 20fache Vergr.**

Fig. 14. Nachhirn mit Trigeminskern, Hinterhirn und Trochlearis.

Fig. 15. Mittelhirn, zeigt die Faltung des Bodens.

Fig. 16. Zwischenhirn mit Zirbelansatz.

Fig. 17. Zwischenhirn. Opticusaustritt.

Fig. 18. Tela chorioidea superior und Zirbel.

Fig. 19. Zwischenhirn. Adergeflecht.

Fig. 20. Uebergang des Zwischenhirns ins Vorderhirn.

Fig. 21. Rechte Hemisphäre, Lobus hippocampi. Die Längszonen sind auf dieser und den vier folgenden Figuren durch radiale Striche α , β , γ von einander geschieden.

Fig. 22, 23, 24, 25. Schnitte durch die rechte Hemisphäre.

Fig. 26, 27, 28. Schnitte durch Tuberculum und Tractus olfactorius.

Zeichenerklärung.

Amh. = Ammonshorn; Aq. S. = Aquaeductus Sylvii; Arach. = Arachnoidea; A. Zsch., I. Zsch. = äussere und innere Zellschicht; C. call. = Corpus callosum; C. gr. = Centralgrau; Com. ant., post., sup. = Commissura anterior, posterior, superior; Con. = Conarium (Adergeflechtknoten); C. st. = Corpus striatum; d. A. = dorsaler Ast des Olfactorius; Dec. Mhtr. = Kreuzung der Mittelhirntrigeminusbahn; Hh. = Hinterhirn; Hlb. = Hintere Längsbündel; Hr. = Hirnrinde; Inf. = Infundibulum; L. hip. = Lobus hippocampi; M. B. = Meynert'sches Bündel; Met. I und II = I. und II. Metamer des Mittelhirns; N. trig. = Kern des Trigeminus; Opz. = Laterale Opticuszellen; Pl. hem., inf. = Plexus der Hemisphären und inferior; Pl. ventr. IV. = Plexus ventriculi quarti. Rec. prae. = Recessus praeopticus; Thal. = Thalamus opticus; Tr. ol. = Tractus olfactorius; Tr. opt. = Tractus opticus; Tub. ol. = Tuberculum olfactorium; V. = Ventrikel; Vel. = Velum; v. A. = ventraler Olfactoriusast; Zb. = Zirbelbläschen; Zk. = Zwischenhirnkern; Zp. = Zirbelpolster; Zst. = Zirbelstiel.

Tafel IV.

- Fig. 29. *Protopterus*, Querschnitt des Rückenmarks aus der Cervicalgegend, 40fache Vergr.
- Fig. 30. *Protopterus*, grosse Zelle des Vorderhorns, mit Silber imprägnirt, 40fache Vergr.
- Fig. 31. *Protopterus*, Fragmente zweier grosser Vorderhornzellen, mit Silber imprägnirt, 40fache Vergr.
- Fig. 32. *Protopterus*, Seitenhornzellen, mit Silber imprägnirt, 40fache Vergr.
- Fig. 33 a und b. *Protopterus*, einzelne „Zellen“ der Substantia gelatinosa Rolando, mit Silber imprägnirt, 120fache Vergr.
- Fig. 34. *Protopterus*, Ligamentum denticulatum und Randzelle vom Rückenmark, Querschnitt, 240fache Vergr.
- Fig. 35. *Protopterus*, Ligamentum denticulatum und Randzelle vom Rückenmark, Längsschnitt, 240fache Vergr.
- Fig. 36 und 37. *Protopterus*, Zellen aus dem Corpus striatum, mit Silber imprägnirt, 40fache Vergr.
- Fig. 38. *Protopterus*, Zelle aus dem Lobus hippocampi, mit Silber imprägnirt, 40fache Vergr.
- Fig. 39 a und b. *Macacus sinicus*, Zellen der Fascia dentata, mit Silber imprägnirt.
- Fig. 40. *Protopterus*, Linker Saccus endolymphaticus mit seinem Hauptdivertikel, Horizontalschnitt, 20fache Vergr.
- Fig. 41. *Protopterus*, Querschnitt durch Gehörorgan, Schädelkapsel und Medulla oblongata, 10fache Vergr.
- Fig. 42. *Protopterus*, junges Exemplar, Querschnitt durch den Plexus chorioideus superior, Zirbel und Os Frontoparietale, 40fache Vergr.
- Fig. 43. *Protopterus*, Mittelhirn, dorsal lateraler Querschnitt, mit Silber imprägnirt, 40fache Vergr.

Zeichenerklärung.

Aq. S. = Aquaeductus Sylvii; Arach. = Arachnoidea; Ax. = Axencylinder; Bas. = Os basilare; C. cent. = Centralcanal.; C. g. = Centrale graue Substanz; C. sc. = Canalis semicircularis; Dfs. = Dendritenfortsatz; Dse. = Divertikel des Saccus endolymphaticus; F. P. = Os frontoparietale; Hz. = Hinterzellen; Lig. d. = Ligamentum denticulatum; Lz. = Lateralzellen; Mb. ext., int. = Membrana limitans externa, interna; MF. = Mauthner'sche Faser; Mo. = Medulla oblongata; ms. = Macula sacculi; m. u. = Macula utriculi; P. mh. z. = Periphere Mittelhirnzellen; Rz. = Randzellen des Rückenmarks; S. end. = Saccus endolymphaticus; Sf. = Sehnenfasern des Lig. dent.; S. gel. R. = Substantia gelatina Rolando; Sk. = Sehnenkörperchen des Lig. dent.; Sq. = Os squamosum; St. z. = Stützzellen im Mittelhirn; Vel. = Velum; Vhz. = Vorderhornzellen; Zb. = Zirbelbläschen.

Tafel V.

- Fig. 44. **Mustelus**, Linke Hälfte des Vorderhirns, horizontal geschnitten, (nach Fritsch) n. Gr.
- Fig. 45. **Raja**, Linke Hälfte des Vorderhirns, mit schematisch eingezeichnetem Ventrikel, horizontal geschnitten, n. Gr.
- Fig. 46. **Protopterus**, Sagittalschnitt durchs Vorderhirn, 5fache Vergr.
- Fig. 47. **Ichthyophis**, junge Larve, Sagittalschnitt durchs Vorderhirn, 30fache Vergr.
- Fig. 48. **Ichthyophis**, ausgewachsene Larve, Sagittalschnitt durchs Vorderhirn, 20fache Vergr.
- Fig. 49. **Ceratodus**, Horizontalschnitt durch die linke Hälfte des Vorderhirns; der Ventrikel ist nach der Beschreibung von Beauregard eingetragen, n. Gr.
- Fig. 50. **Menschlicher Embryo**, 8. Woche, Sagittalschnitt durch den Kopf, nach His, 15fache Vergr.
- Fig. 51. **Scyllium canicula**, Medianschnitt durchs Zwischenhirndach, nach Rex, 5fache Vergr. (Der Hemisphärenplexus ist hineinconstruiert.)
- Fig. 52. **Protopterus**, Medianschnitt durchs Zwischenhirndach (nach Taf. I Fig. 1), 10fache Vergr.
- Fig. 53. **Ichthyophis**, Medianschnitt durchs Zwischenhirndach (nach meiner Fig. 1 in No. 46), 15fache Vergr.

Zeichenerklärung.

B. ol. = Bulbus olfactorius; Com. post., sup. = Commissura posterior, superior; Con. = Conarium (Adergeflechtknoten, Götte); Fil. ol. = Fila olfactoria; Fiss. pr. = Fissura prima; L. p. = Lobus postolfactorius; Mh. = Mittelhirn; P. int. = Pars intercalaris (hinterer Wall des Zwischenhirndaches); Pl. hem. = Plexus des Hemisphaerenventrikels; Pl. inf. = Plexus inferior; Pl. entr. III = Plexus ventriculi III (homolog dem Velum); Rec. ol. = Recessus olfactorius; Rec. po. = Recessus postolfactorius; Tr. ol. = Tractus olfactorius; Tub. ol. = Tuberculum olfactorium; Vel. = Velum; Vh. = Vorderhirn; Zb. = Zirbelblase; Zp. = Zirbelpolster; Zst. = Zirbelstiel.

Protopterus.

Fig.1.

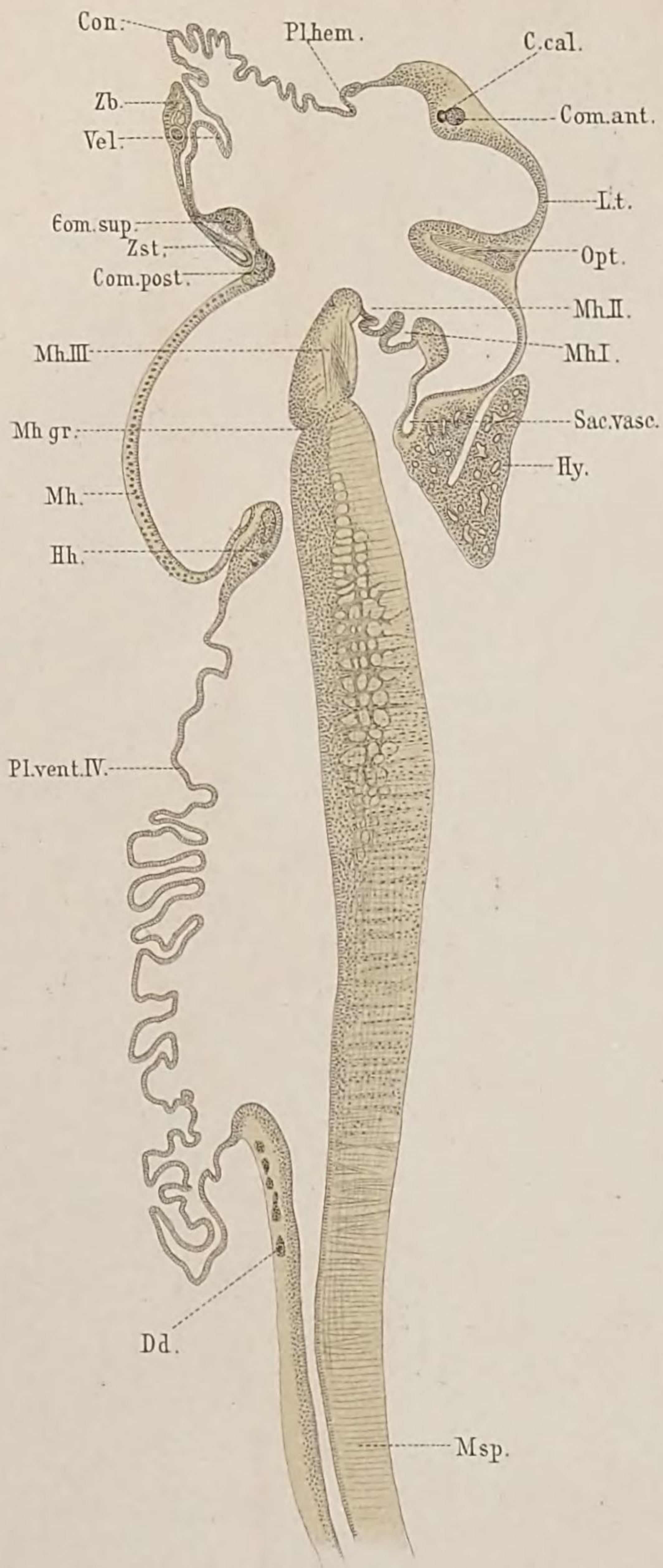


Fig.2.

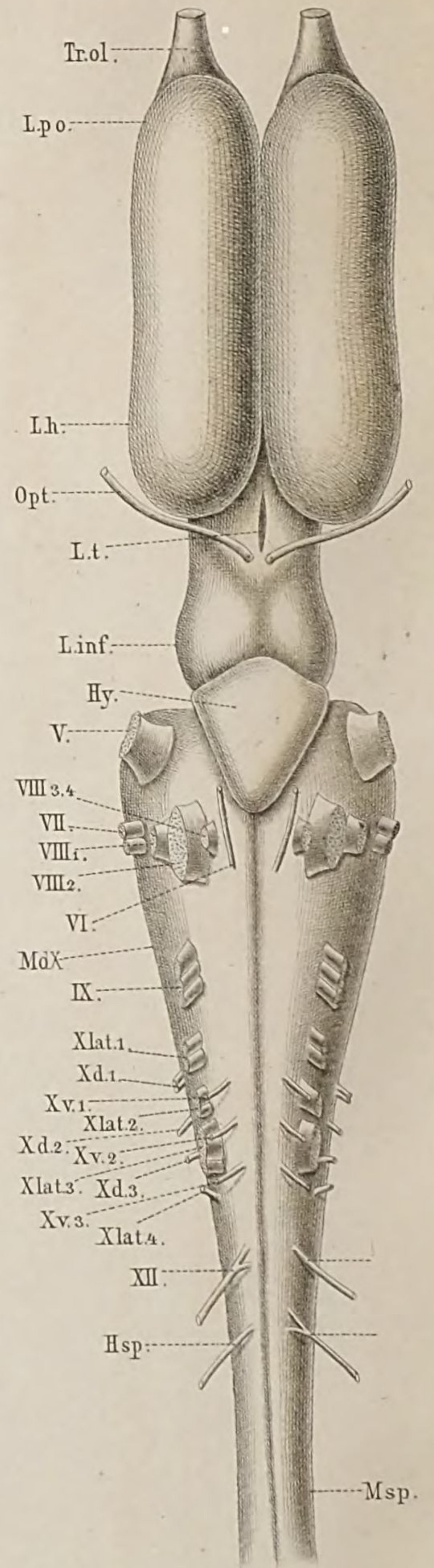


Fig. 3.

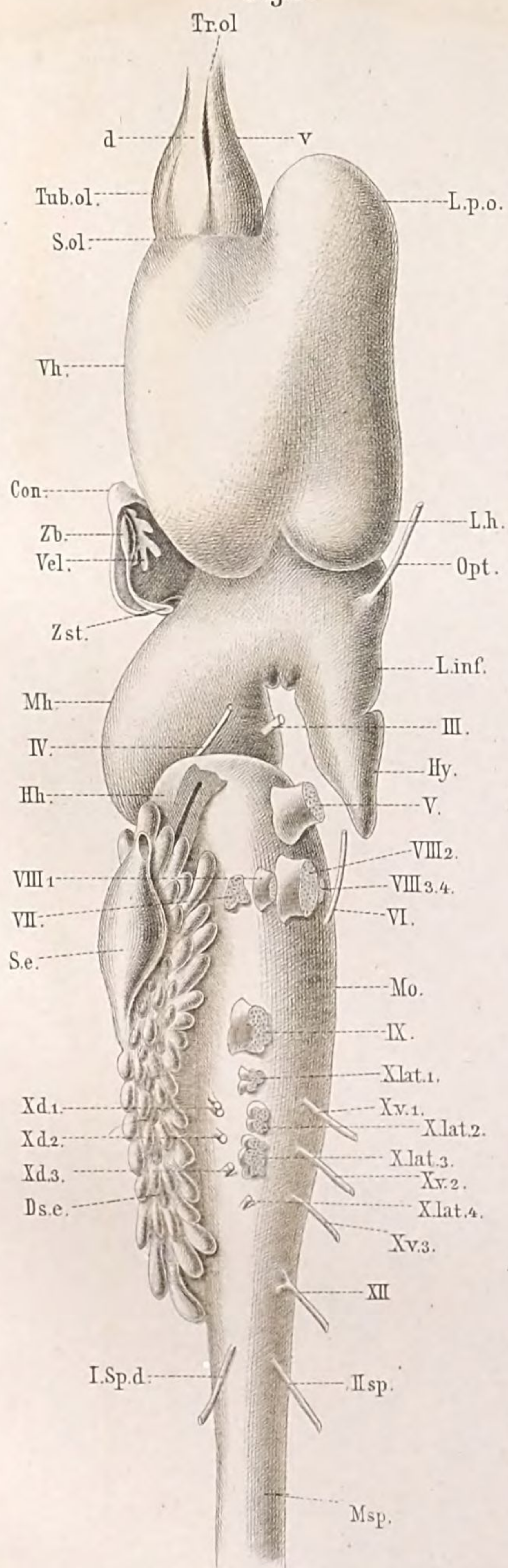
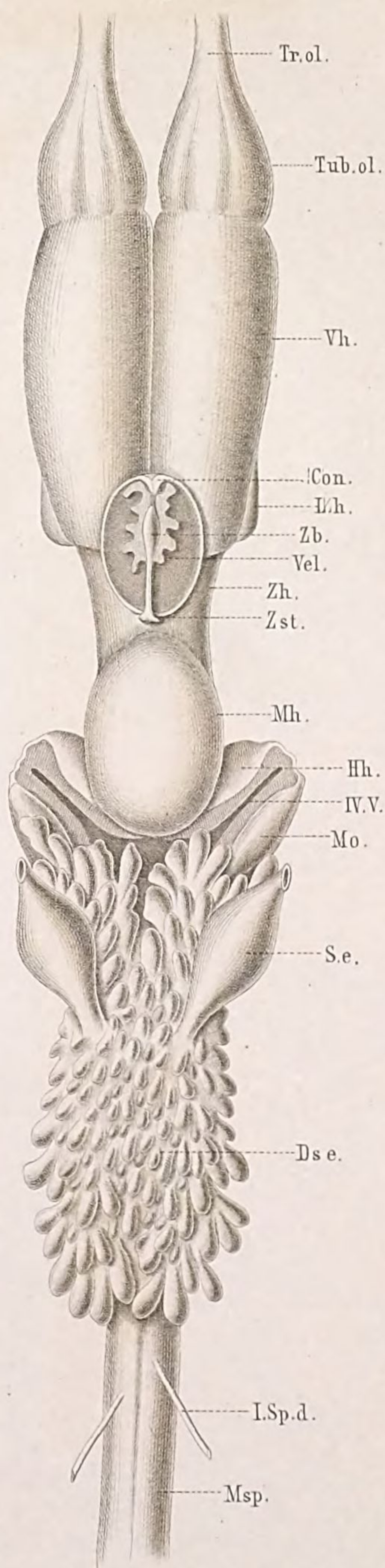
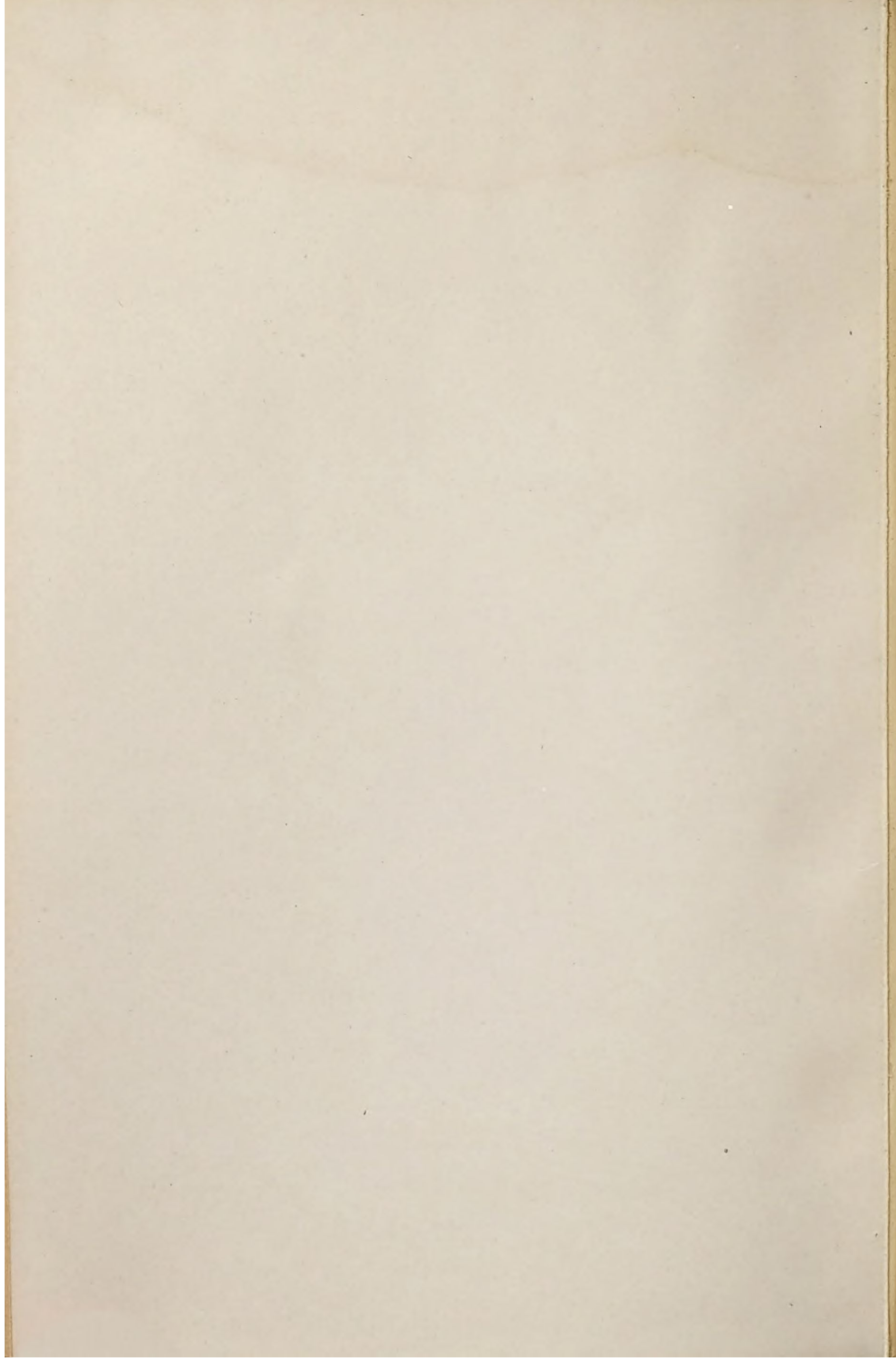
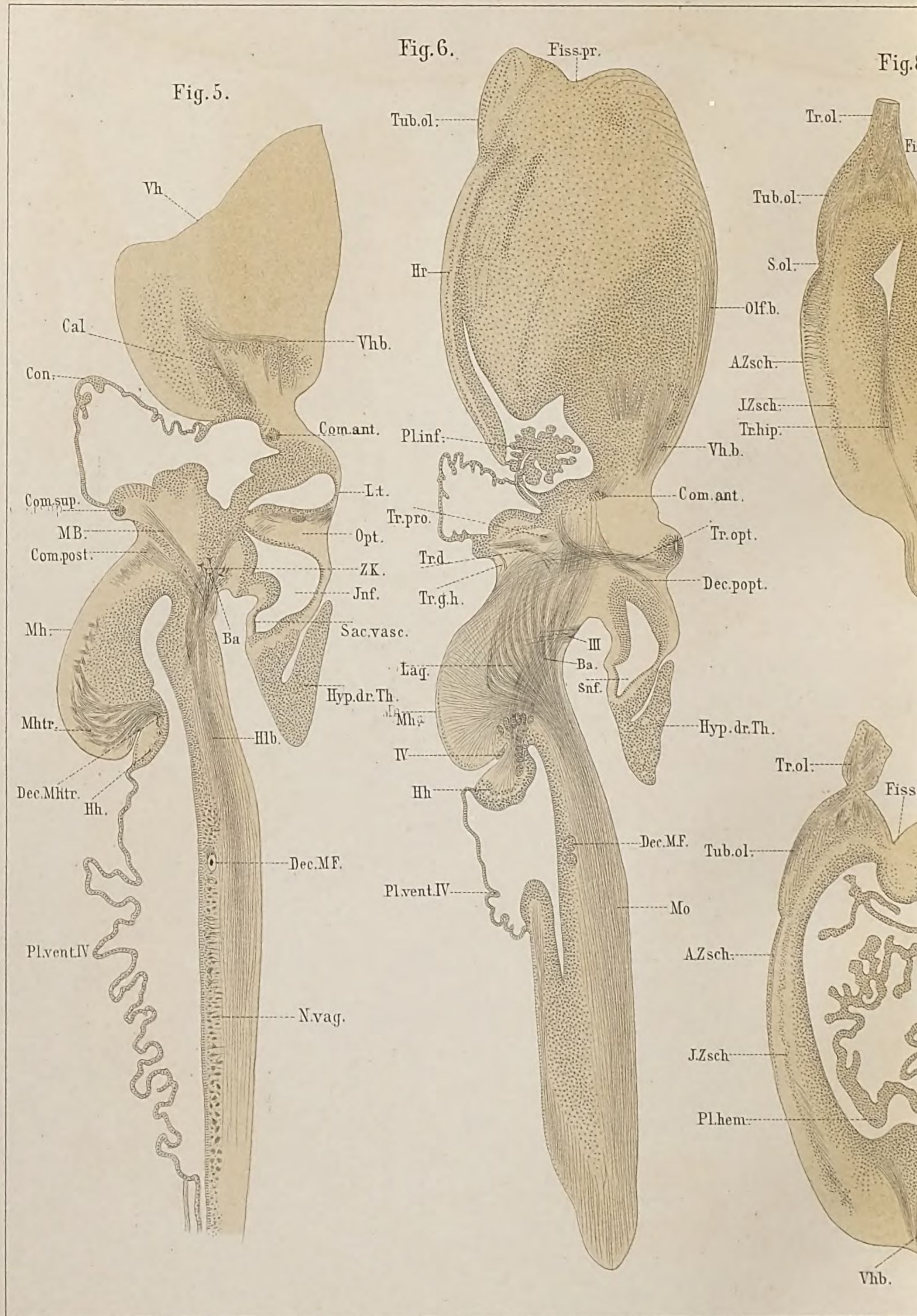


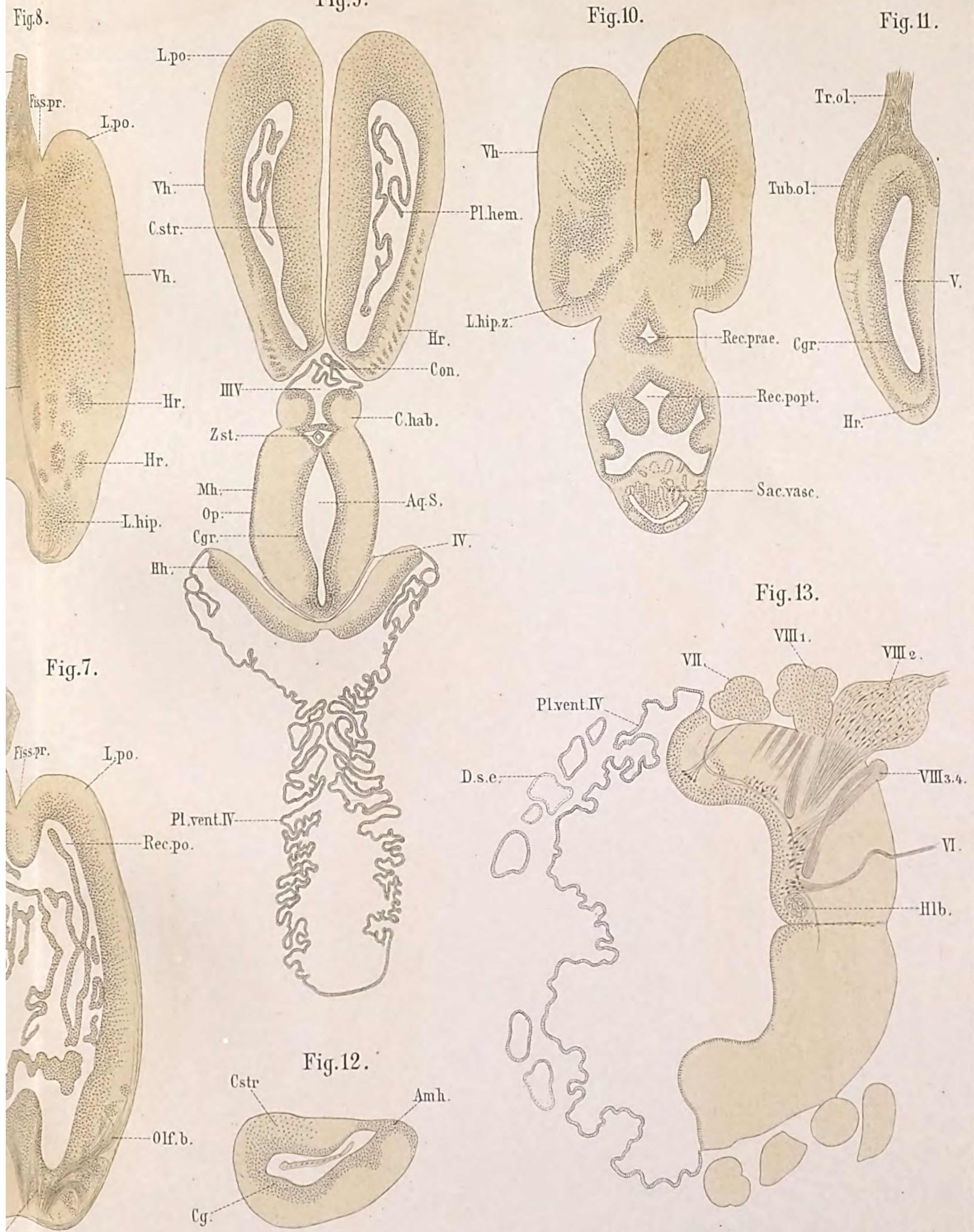
Fig. 4.





Protopterus.





Protopterus.

Fig. 14.

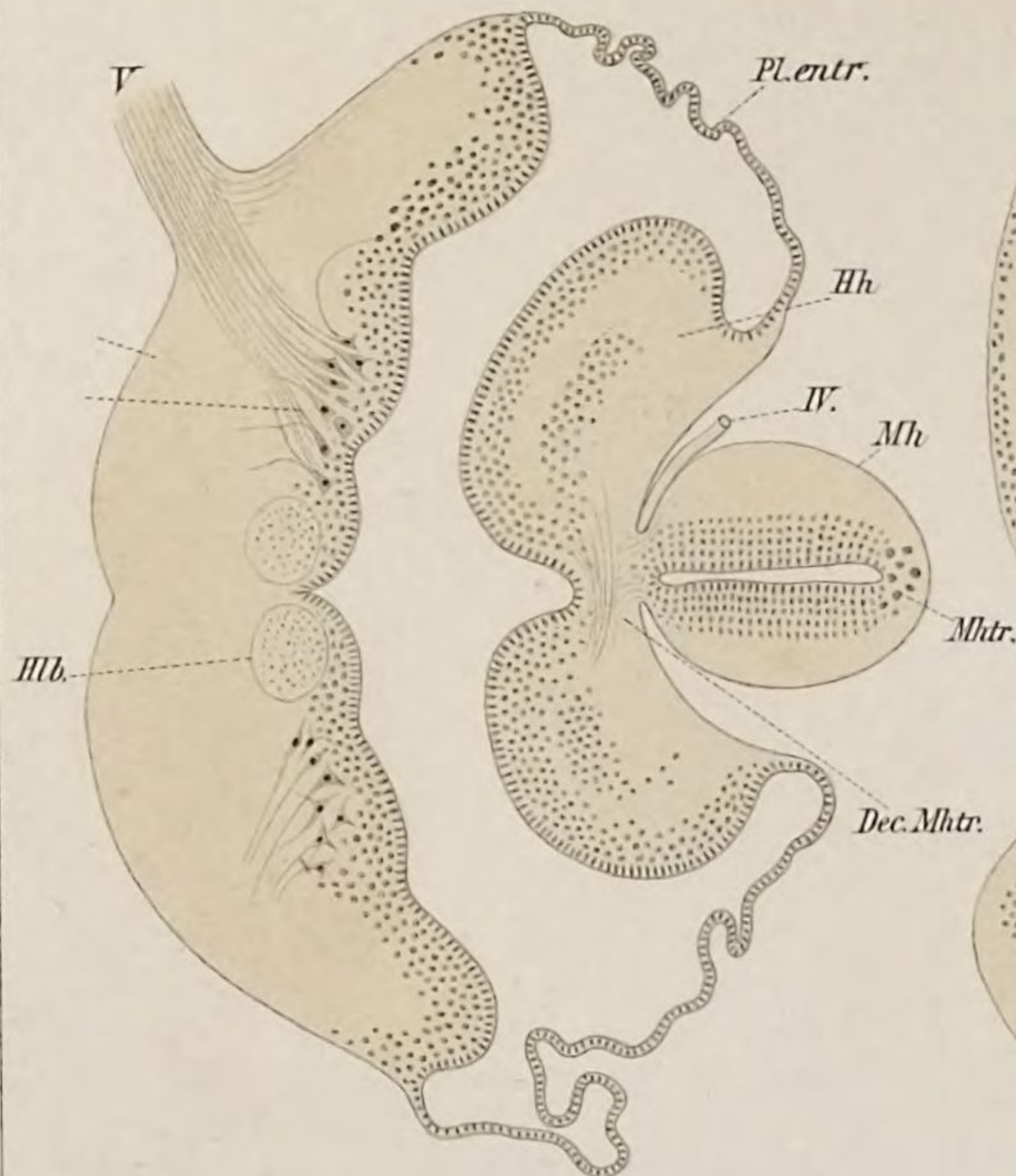


Fig. 15.

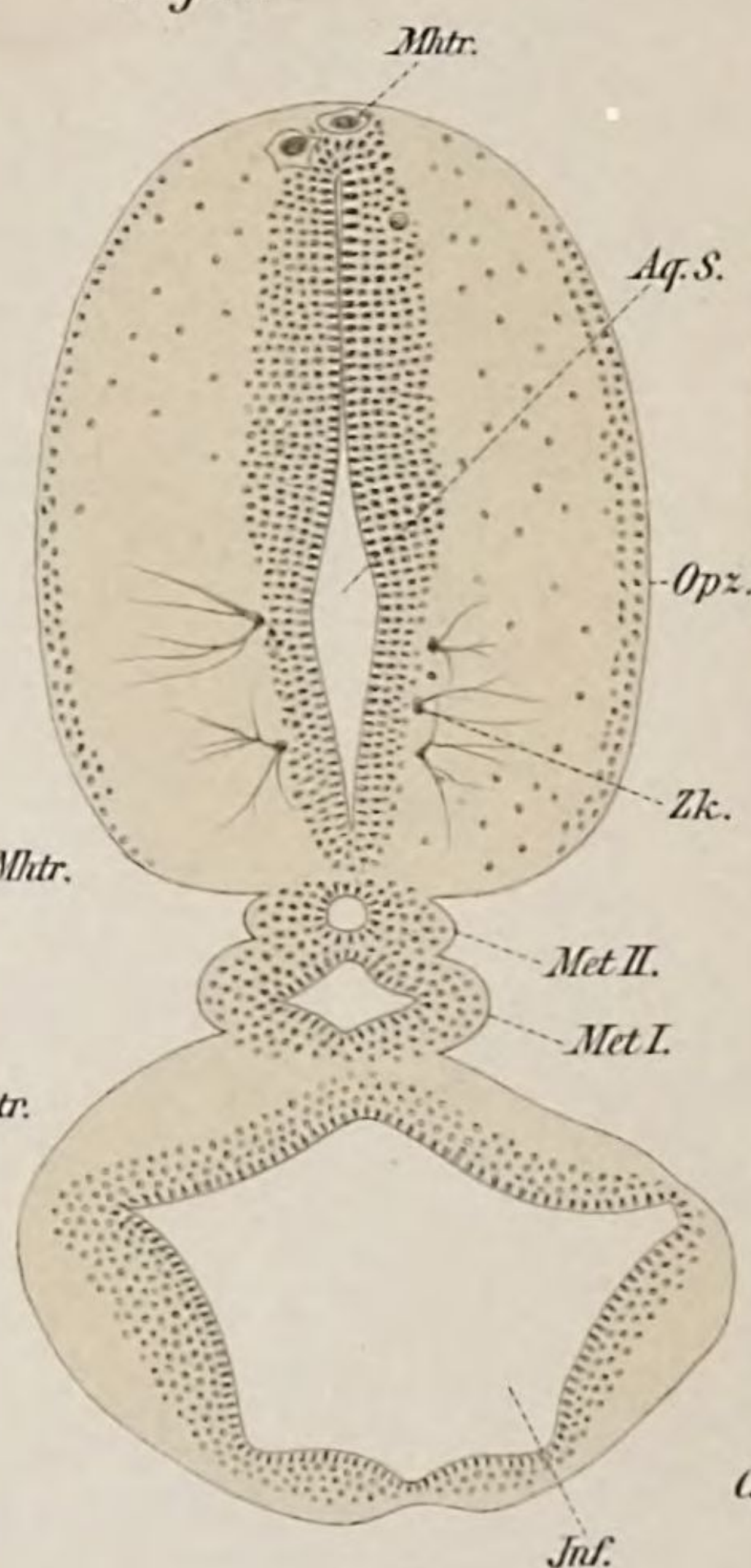


Fig. 16.

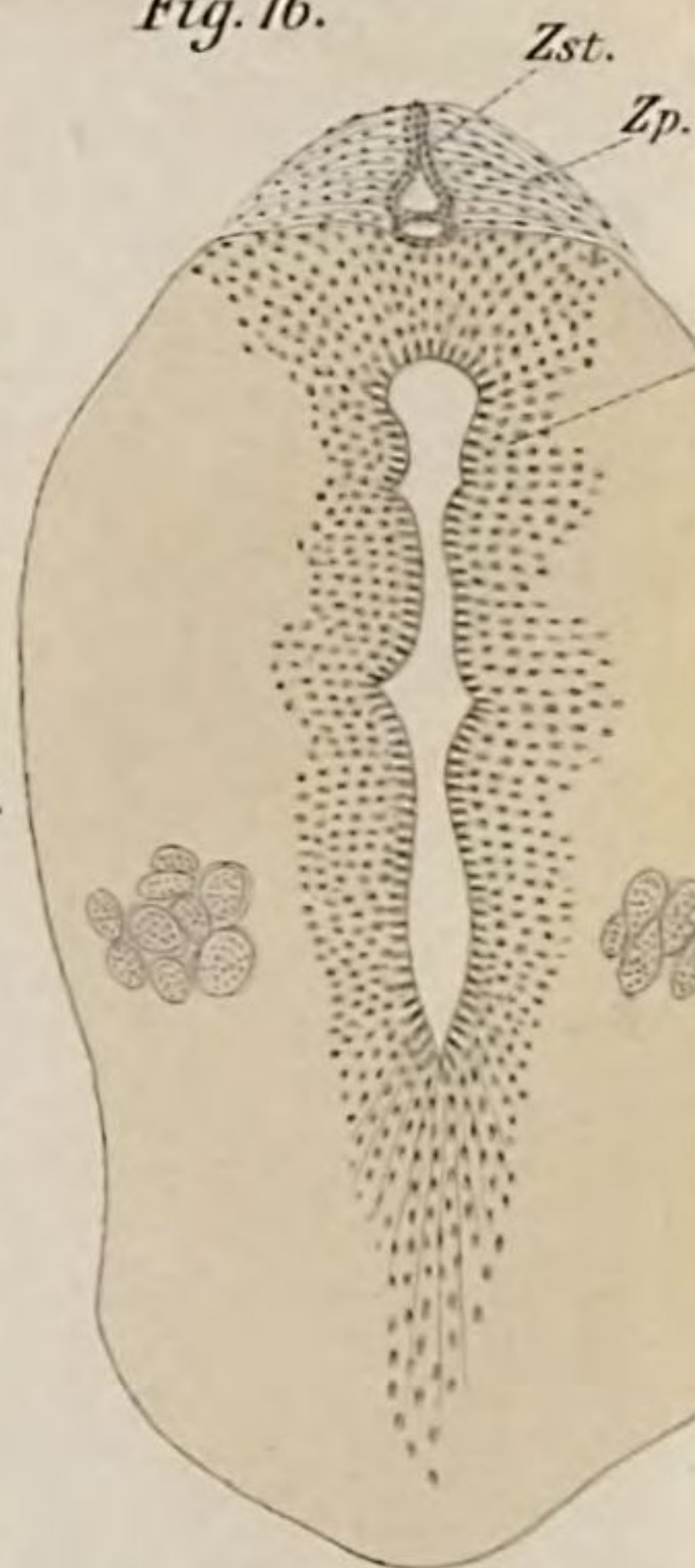


Fig. 20.

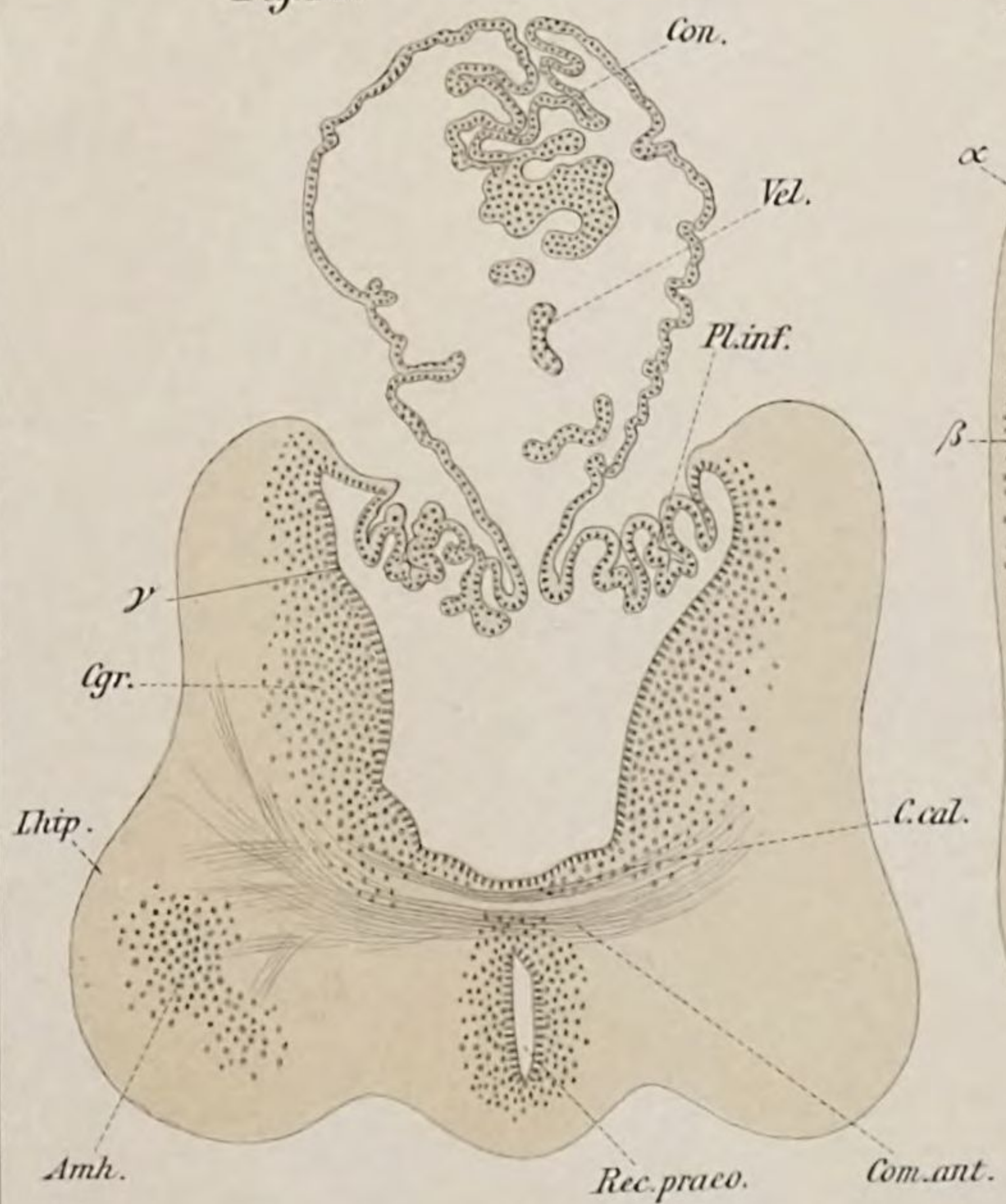


Fig. 21.

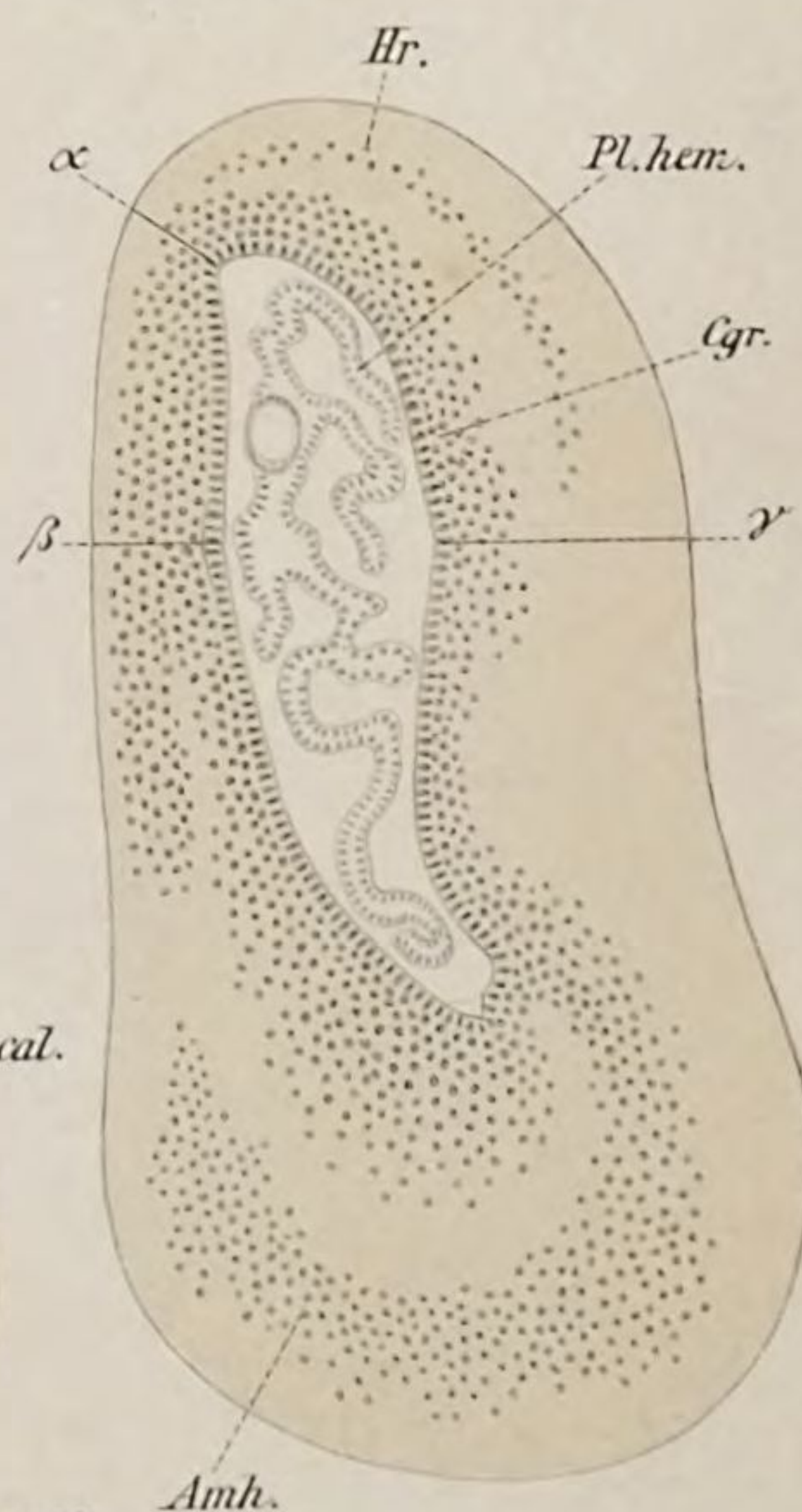


Fig. 22.

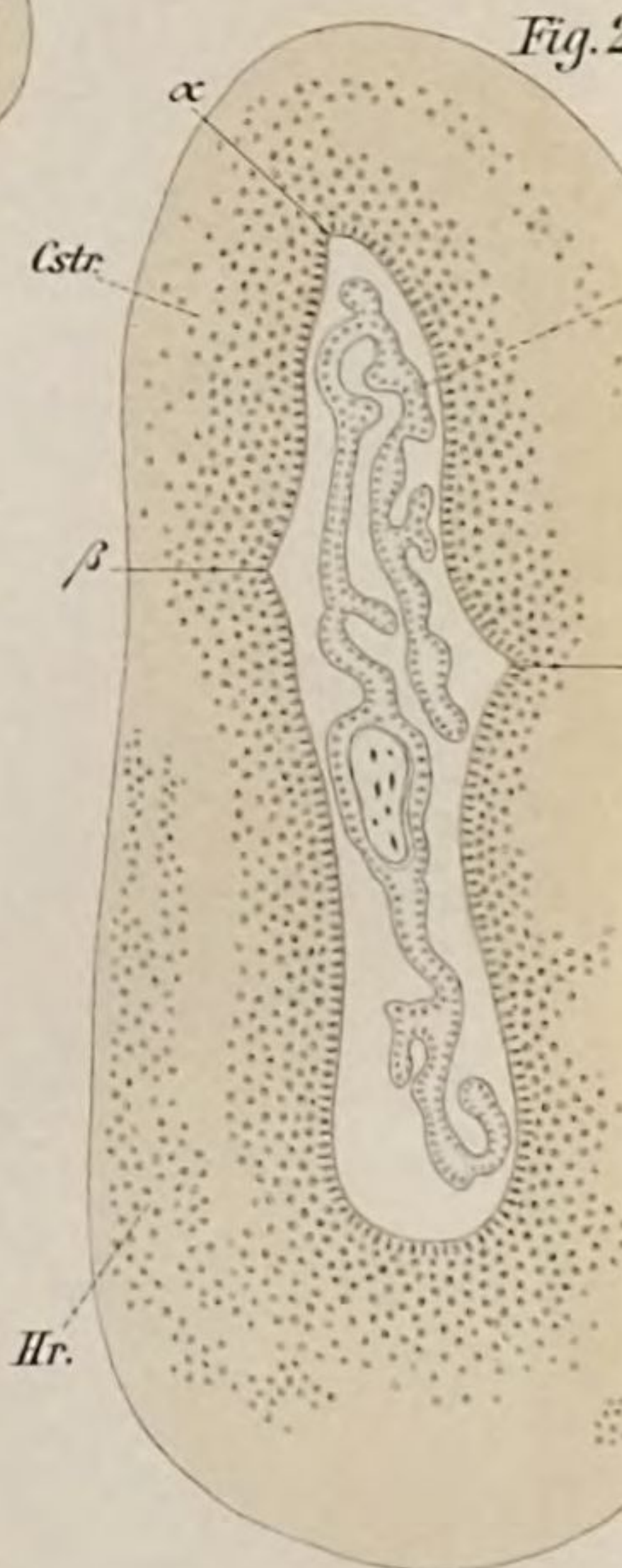
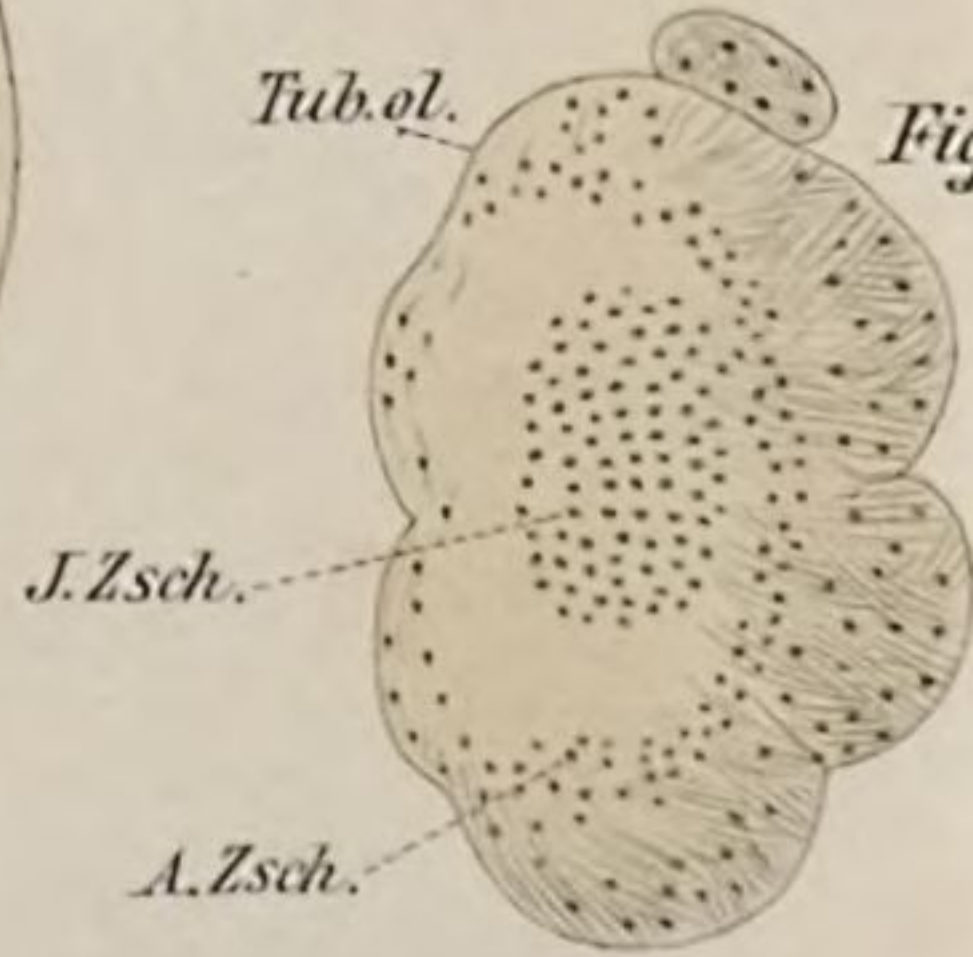
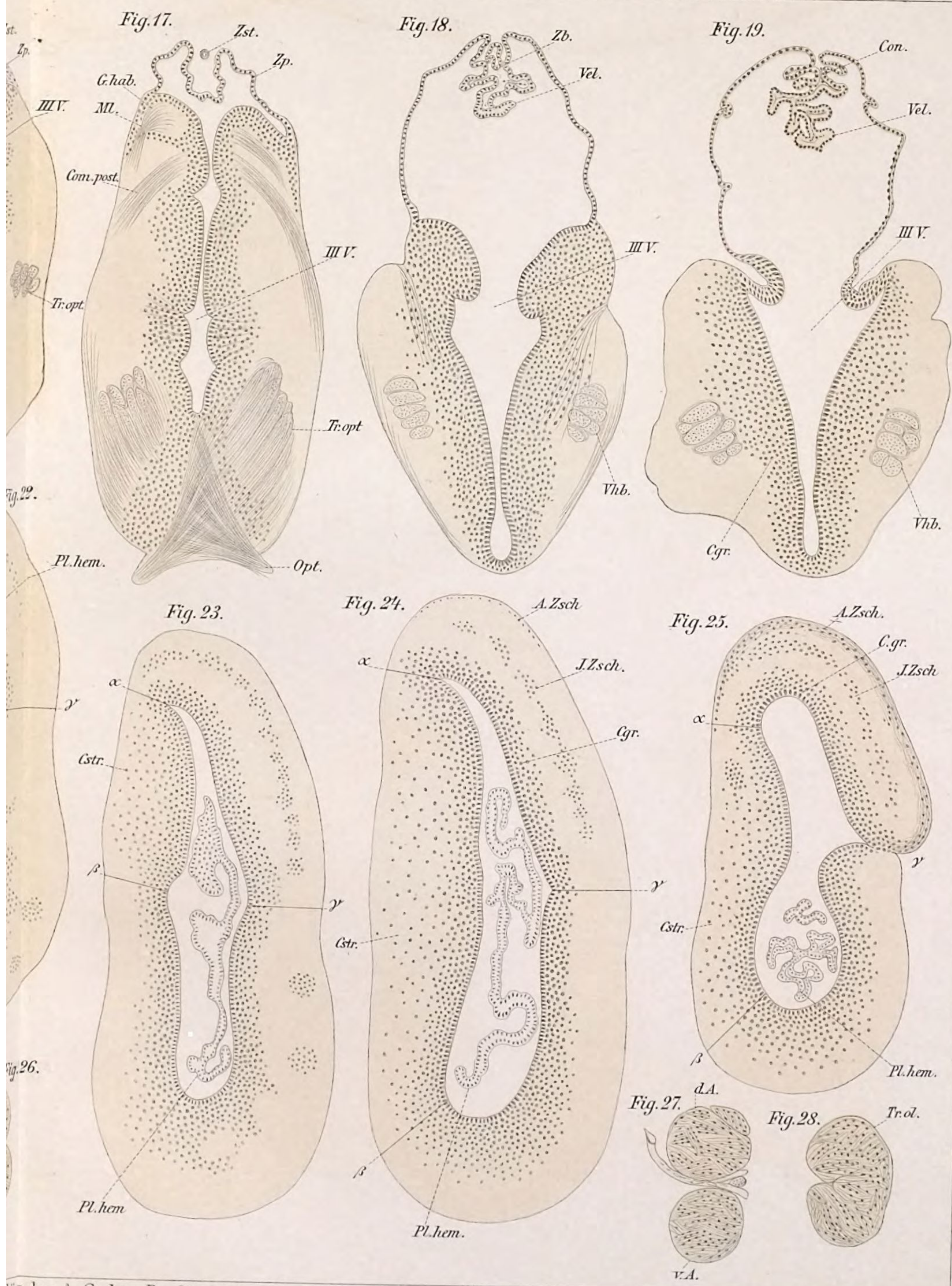


Fig. 23.





Protopterus.

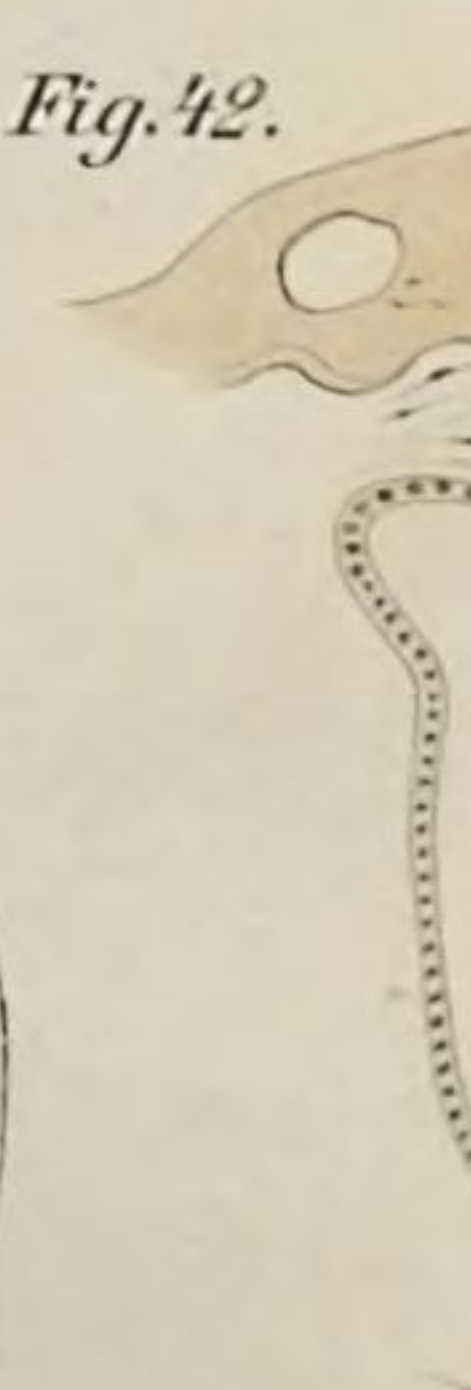
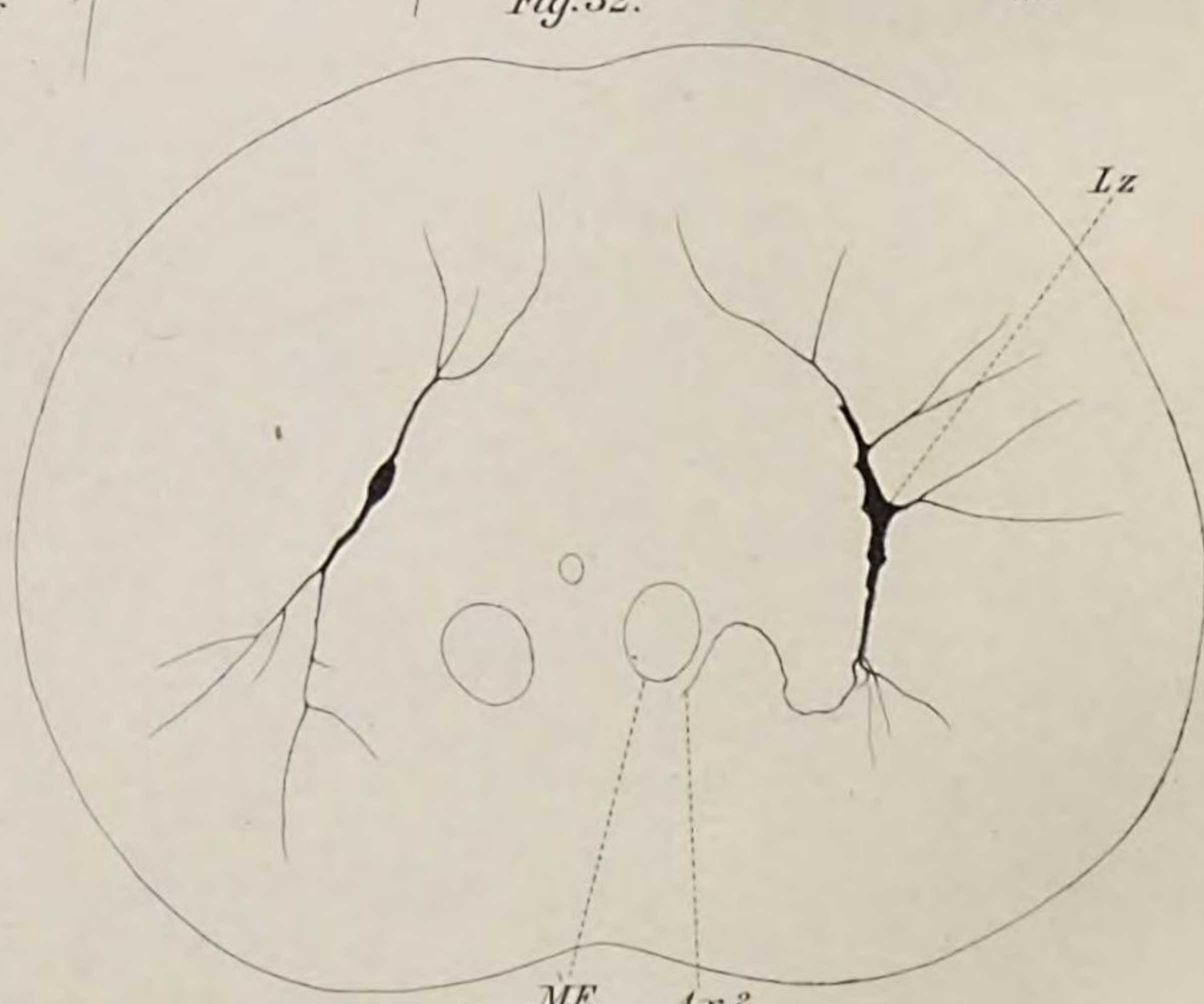
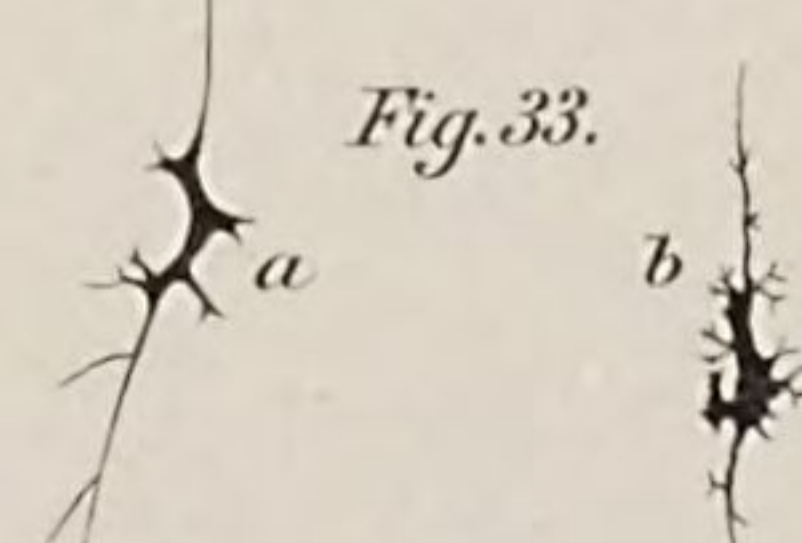
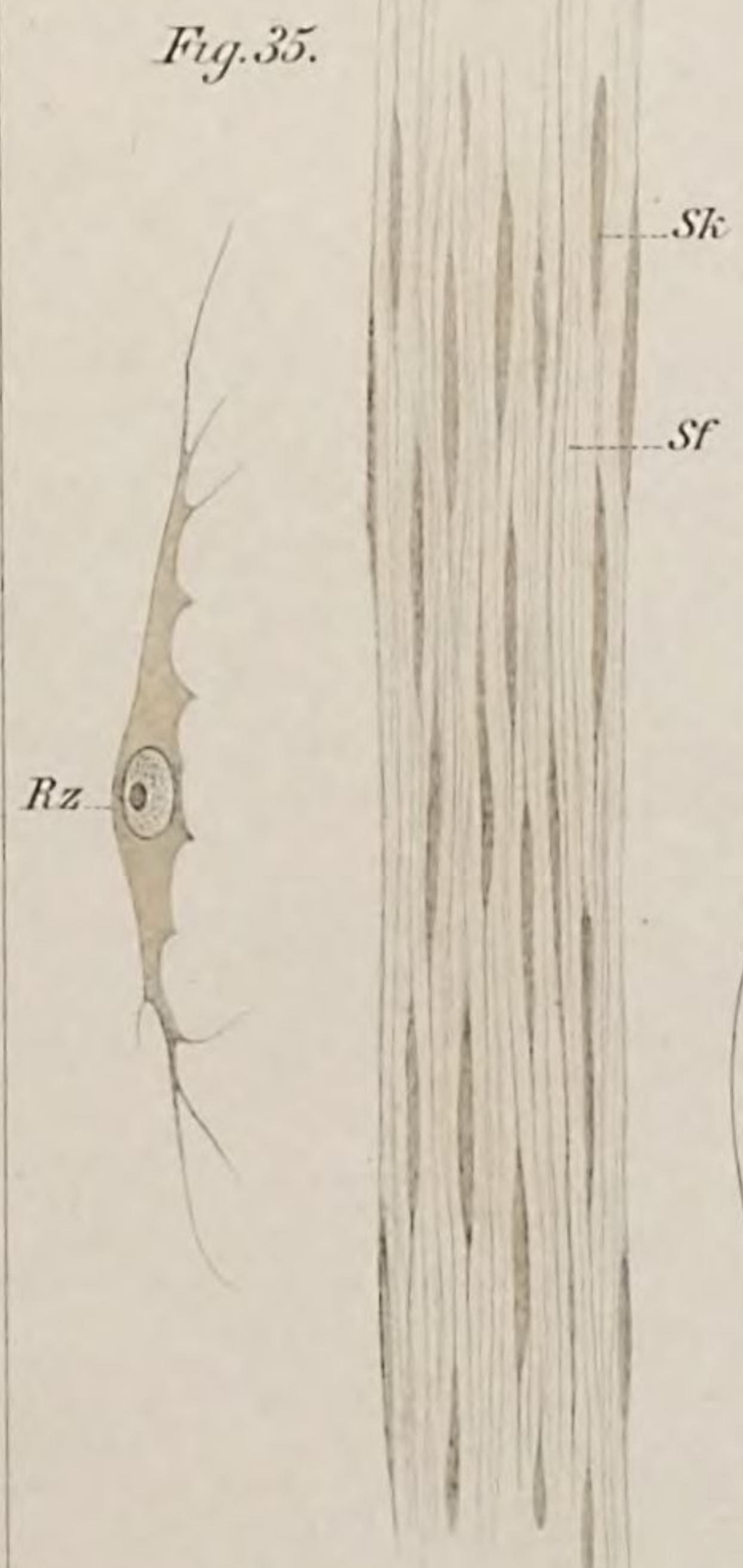
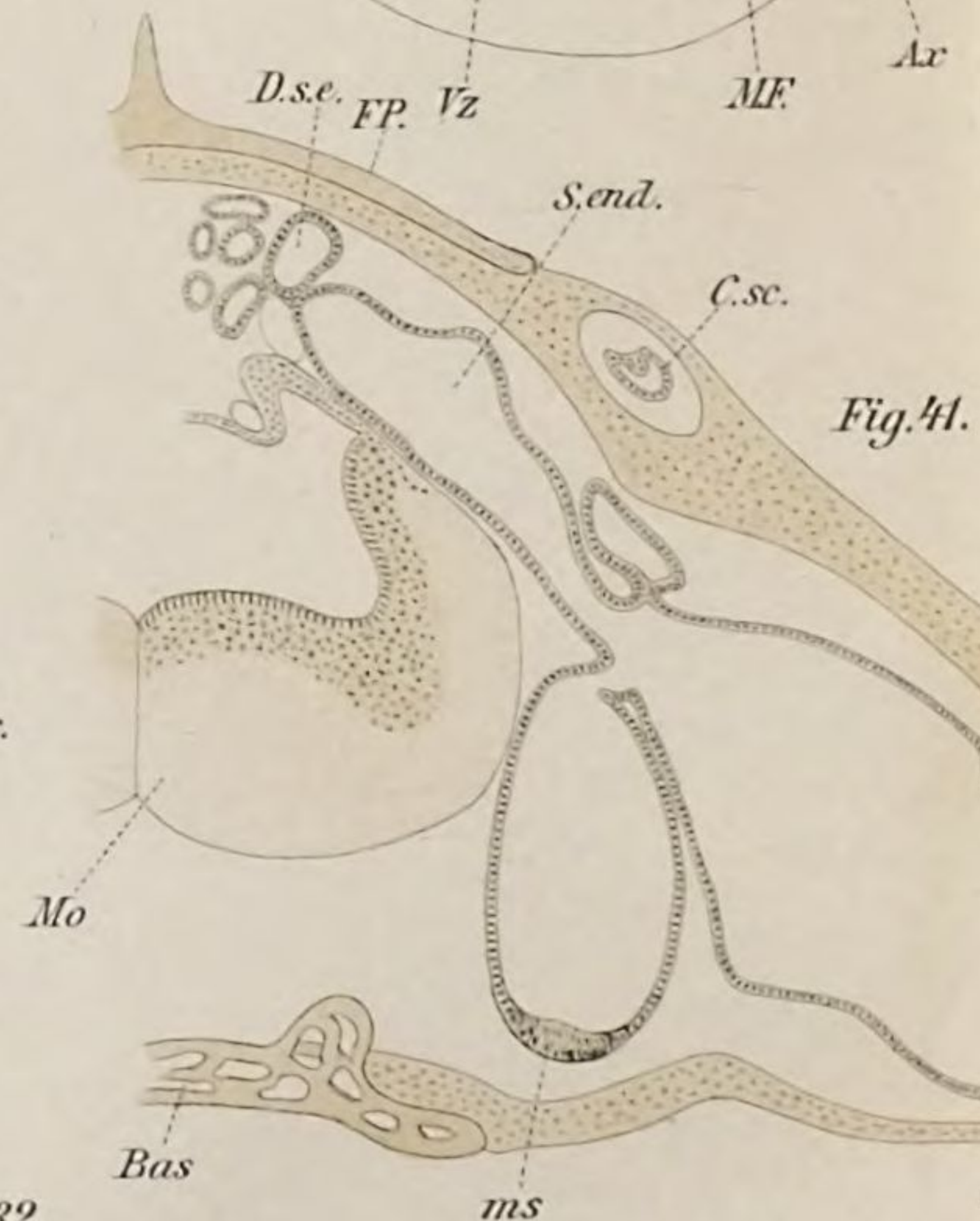
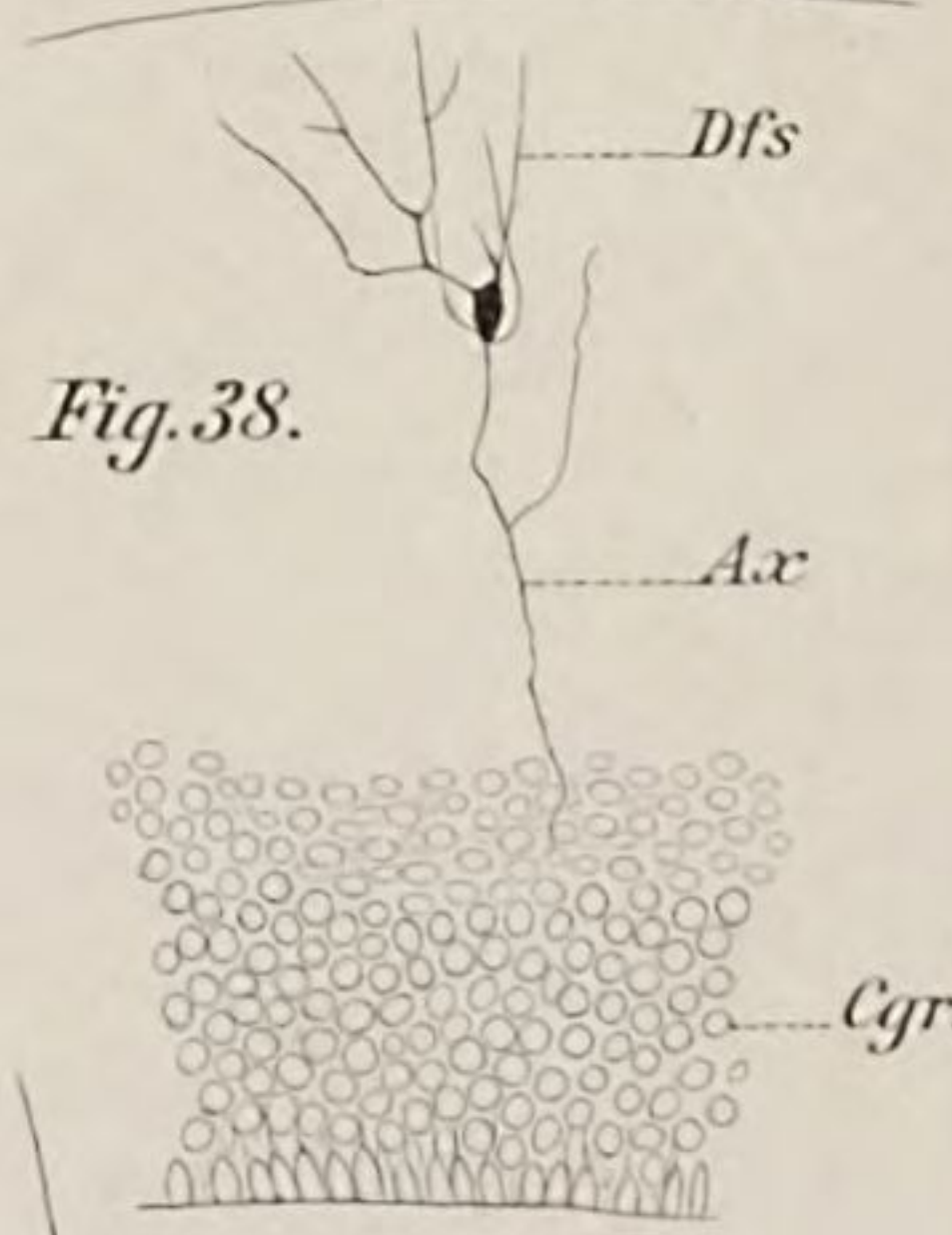
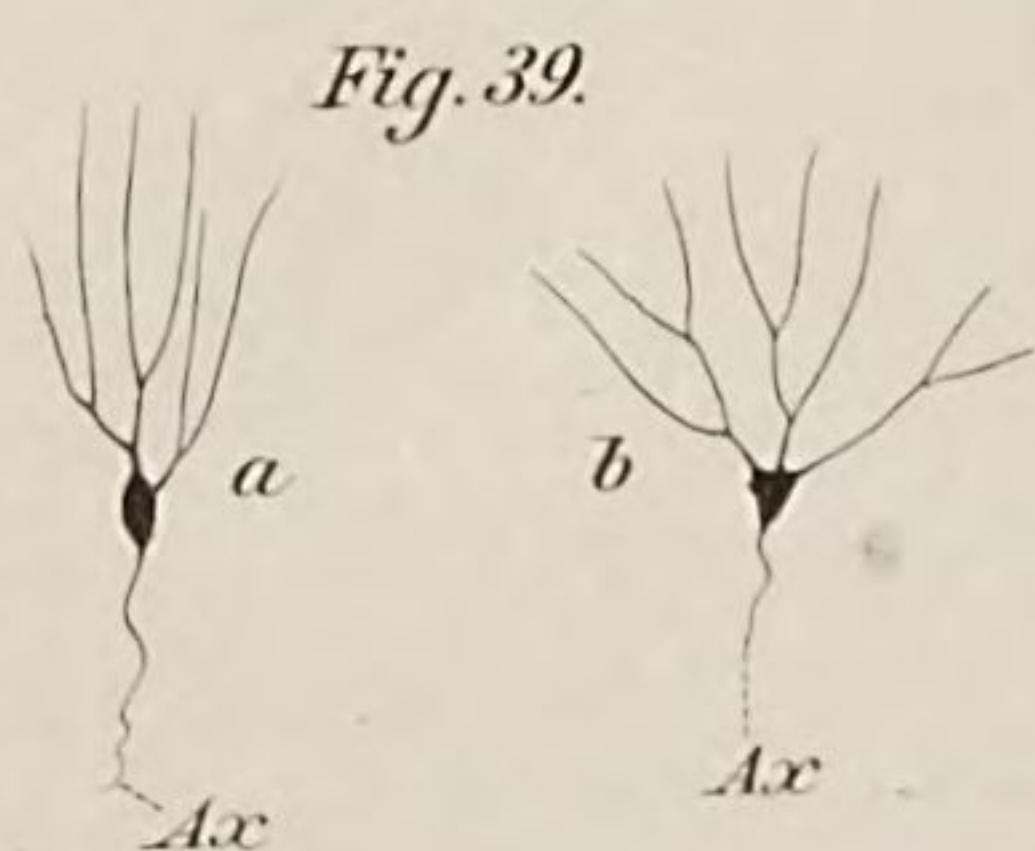
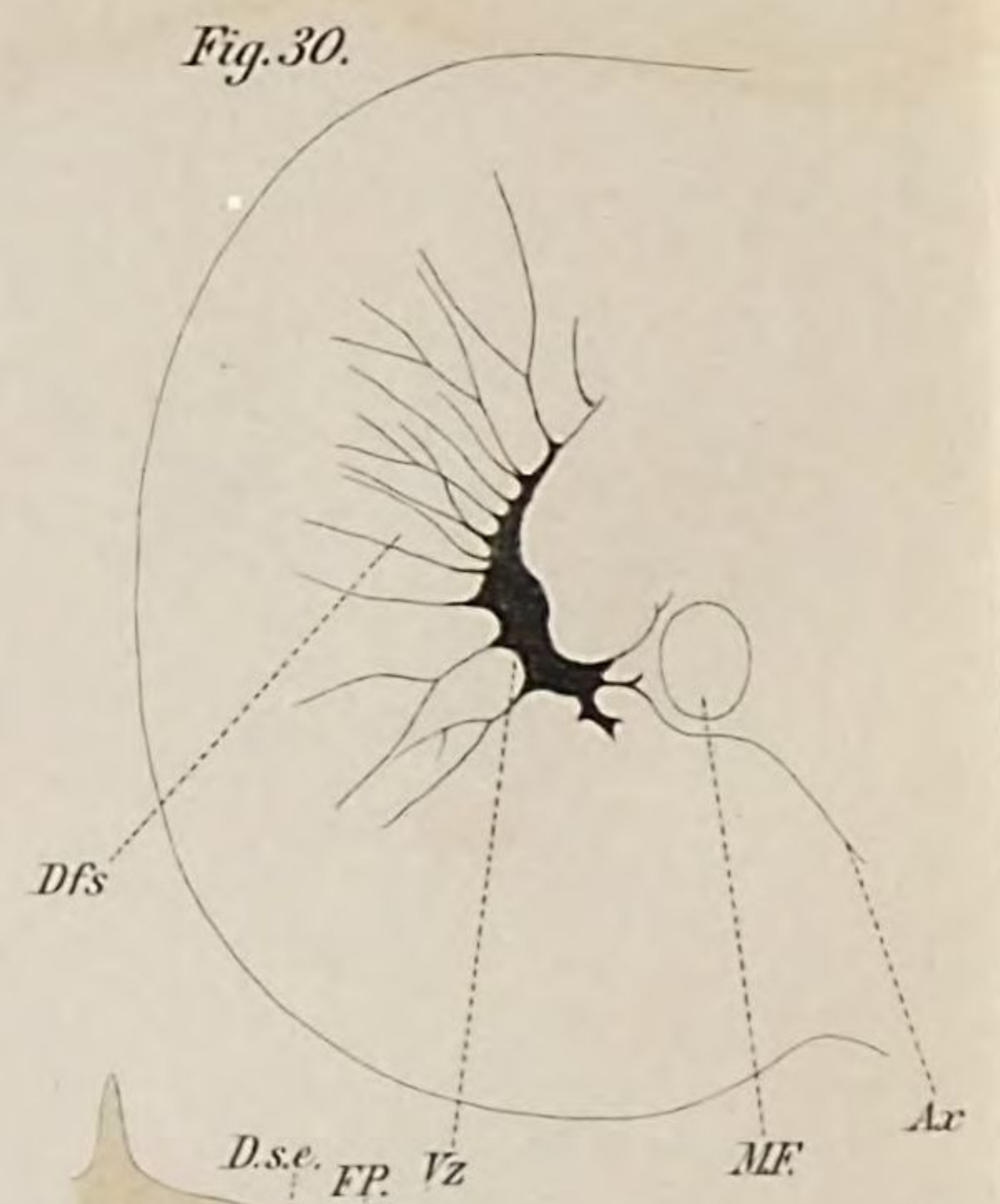
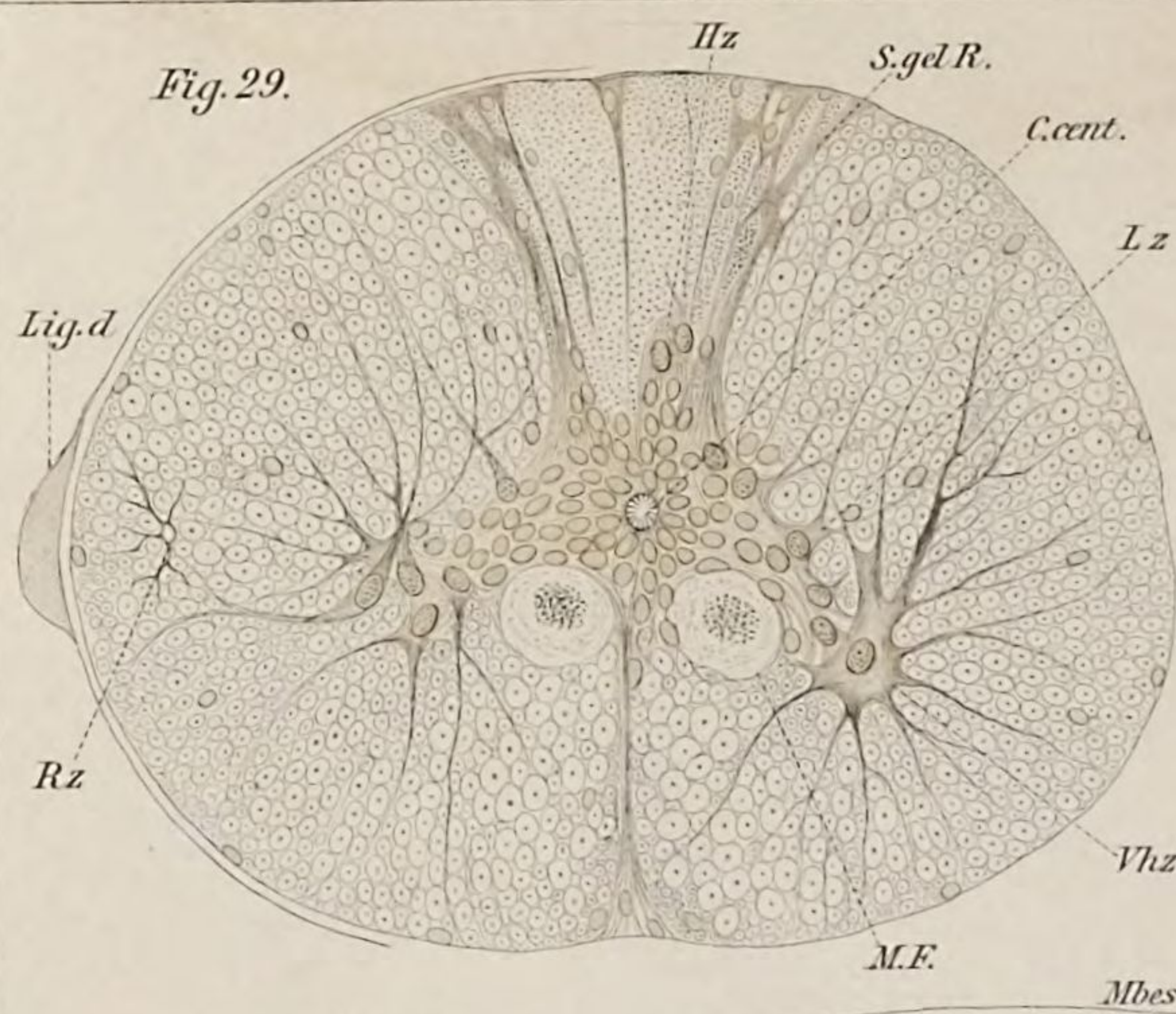


Fig. 31.

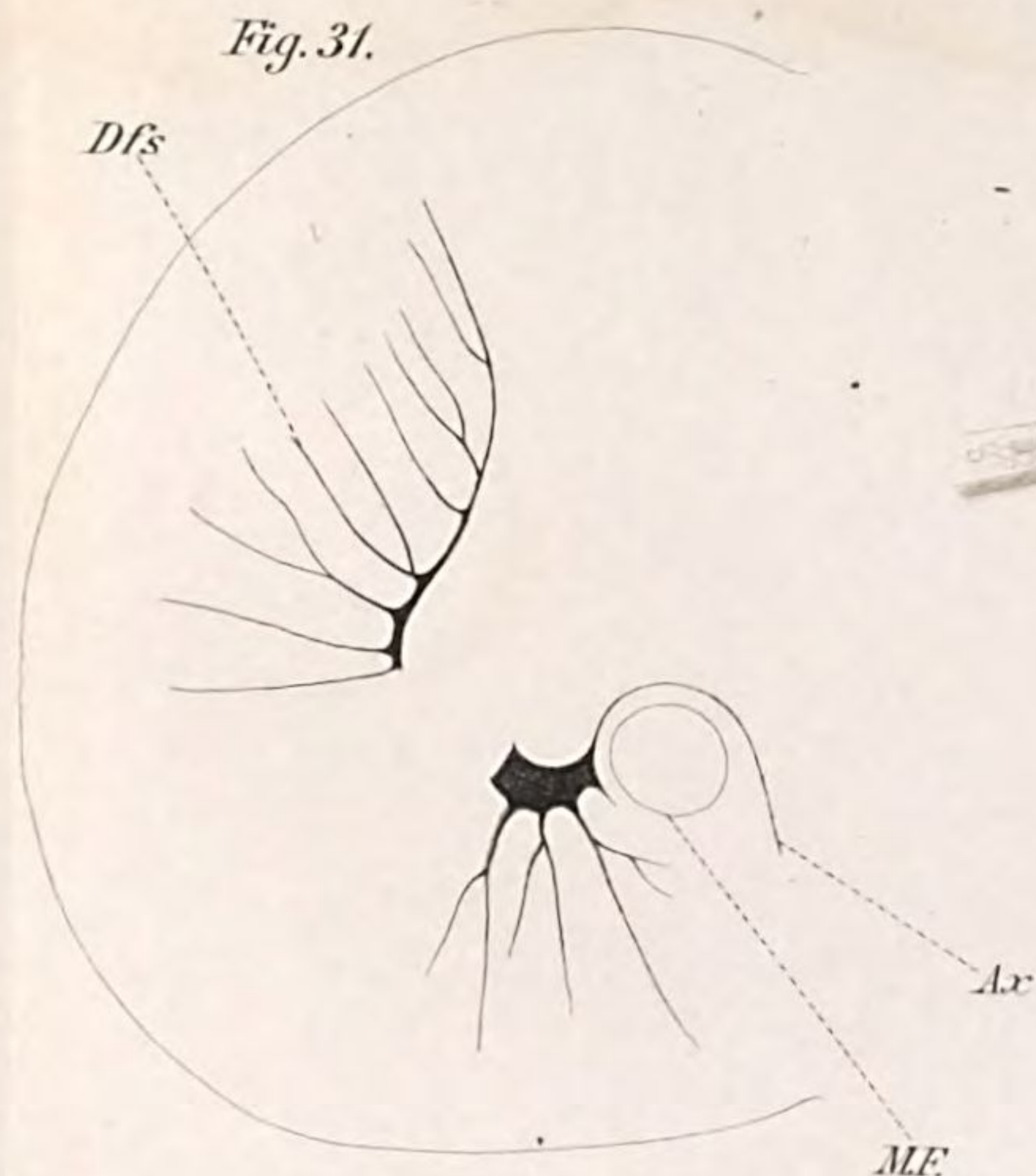


Fig. 34.

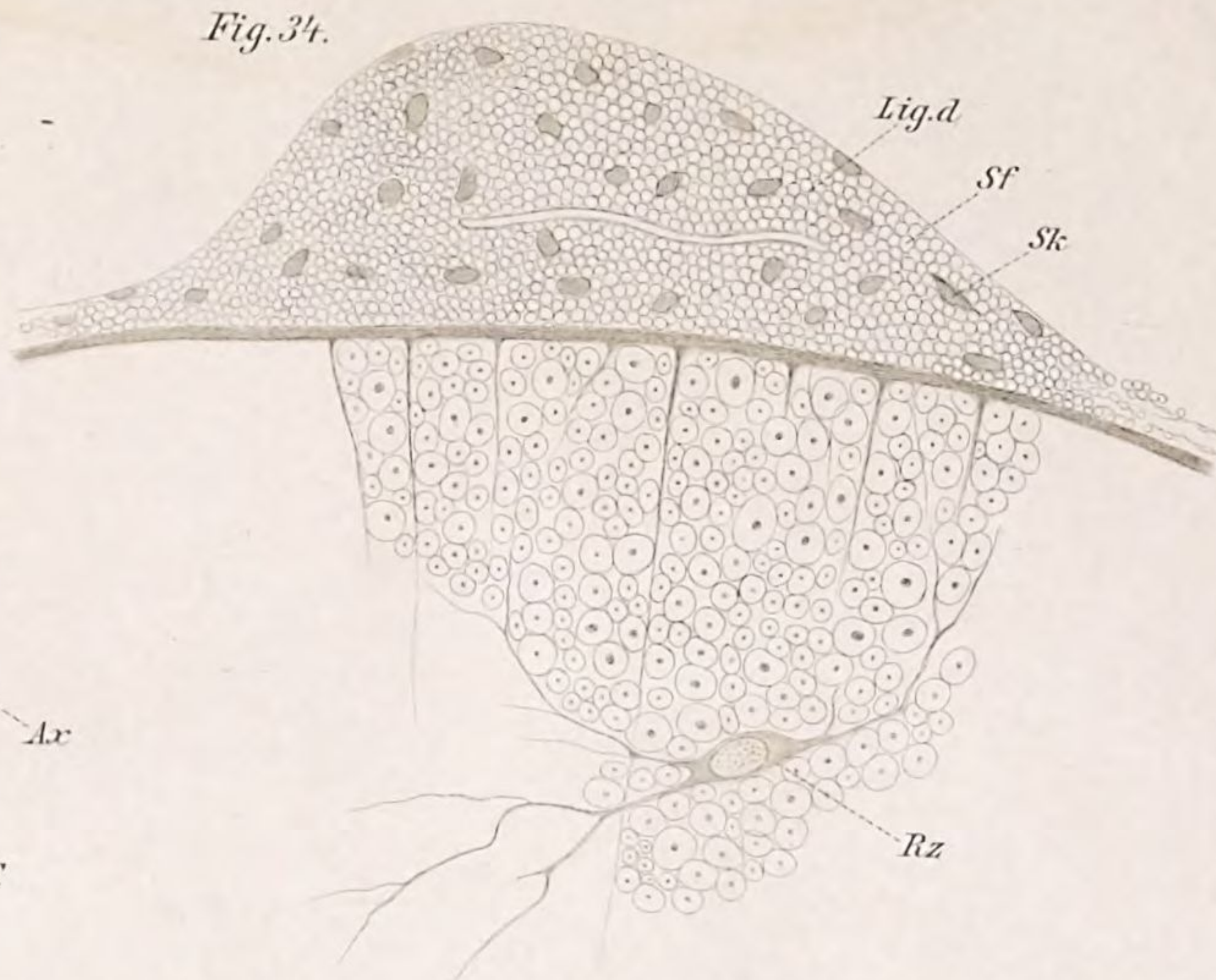


Fig. 36.

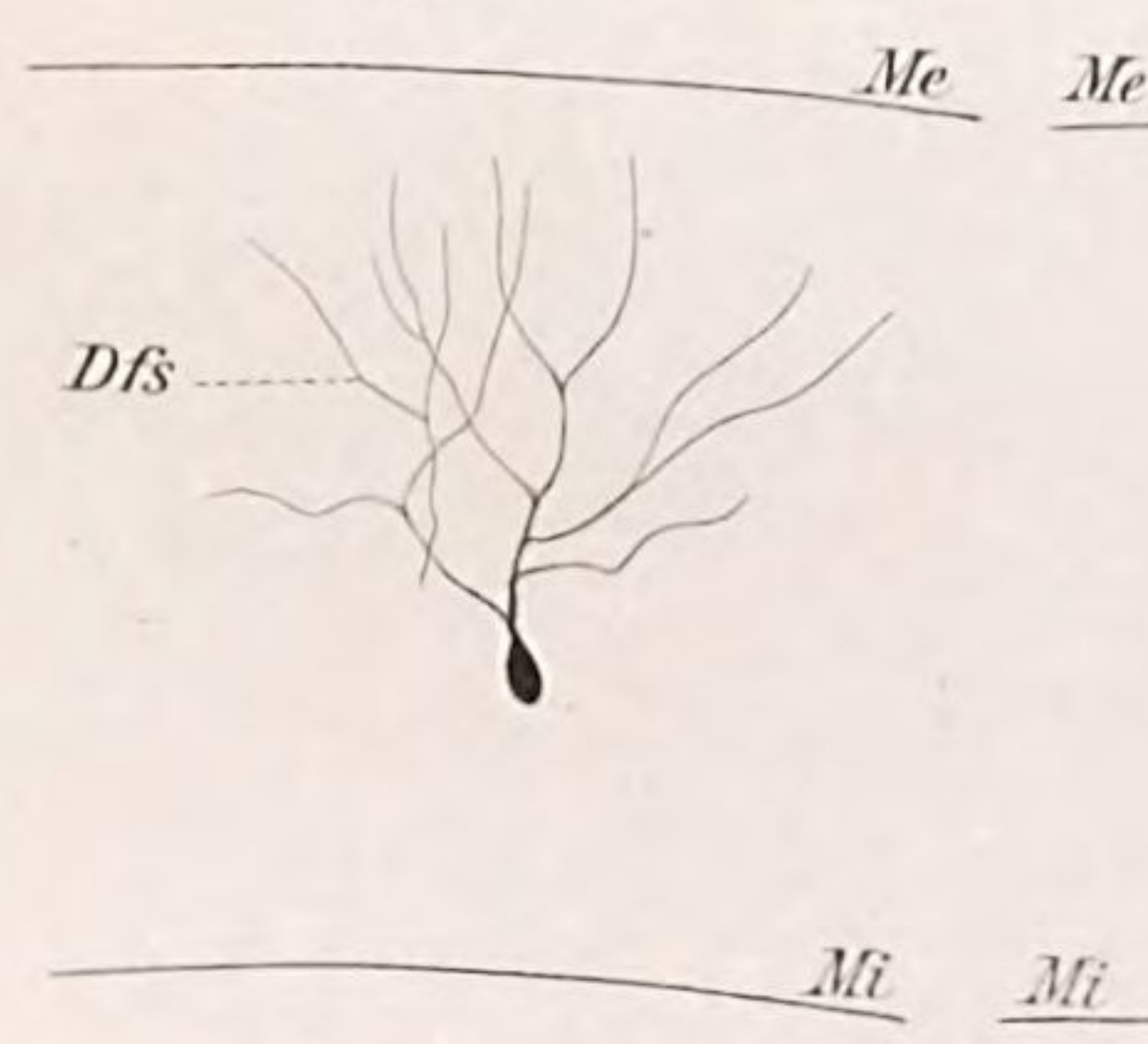


Fig. 37.

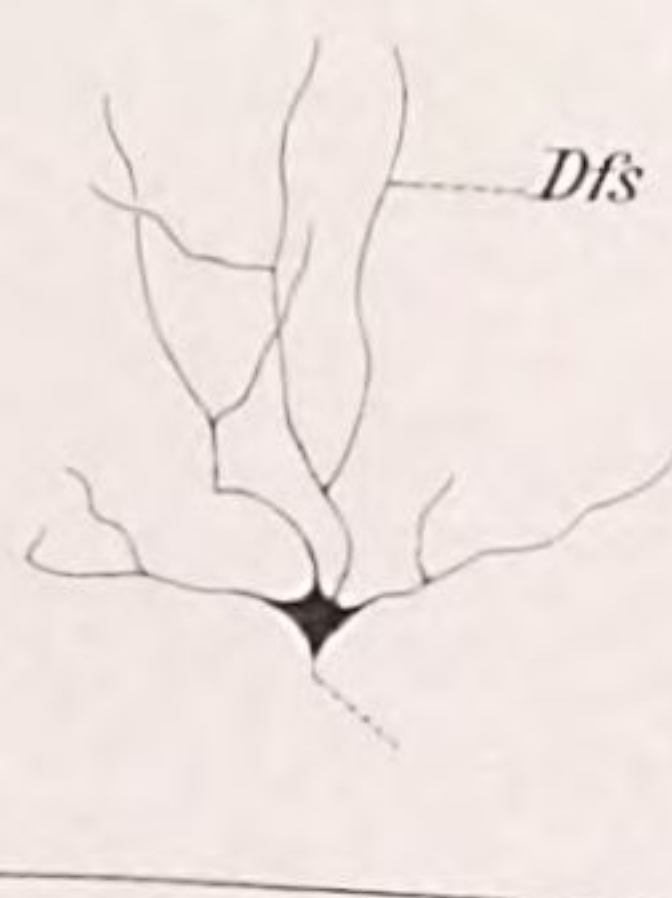
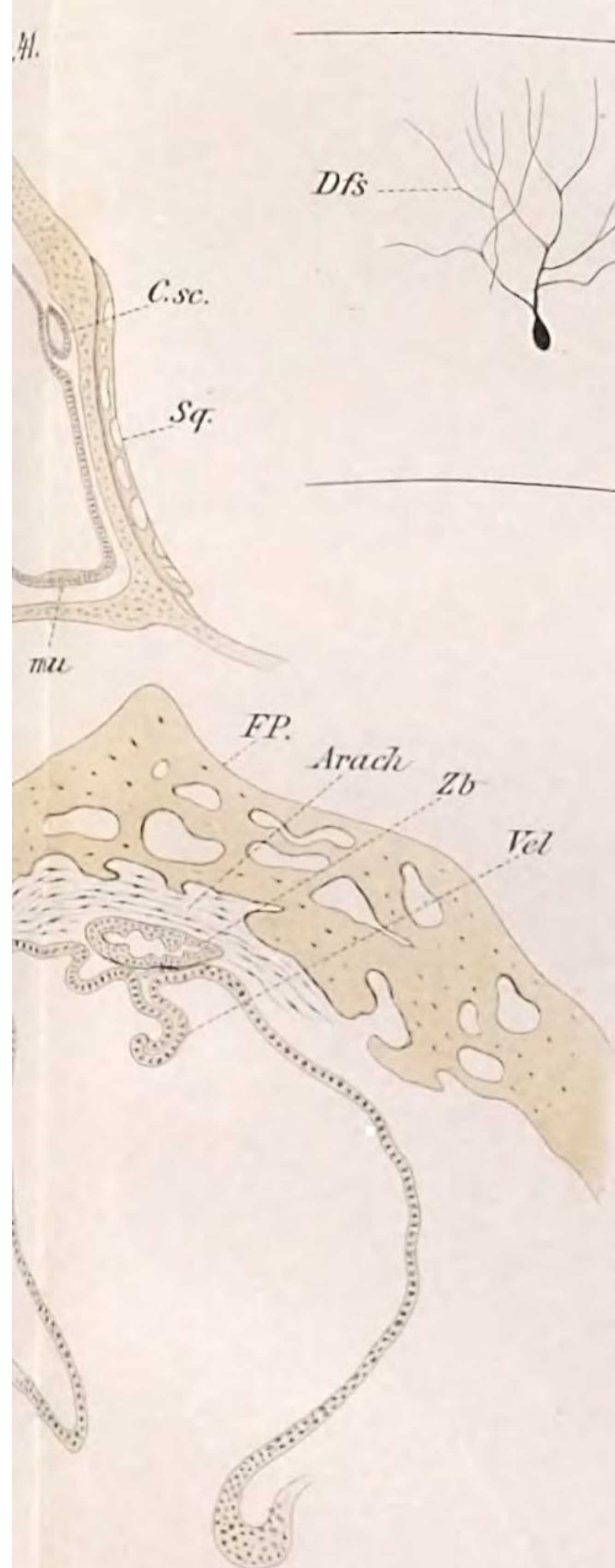
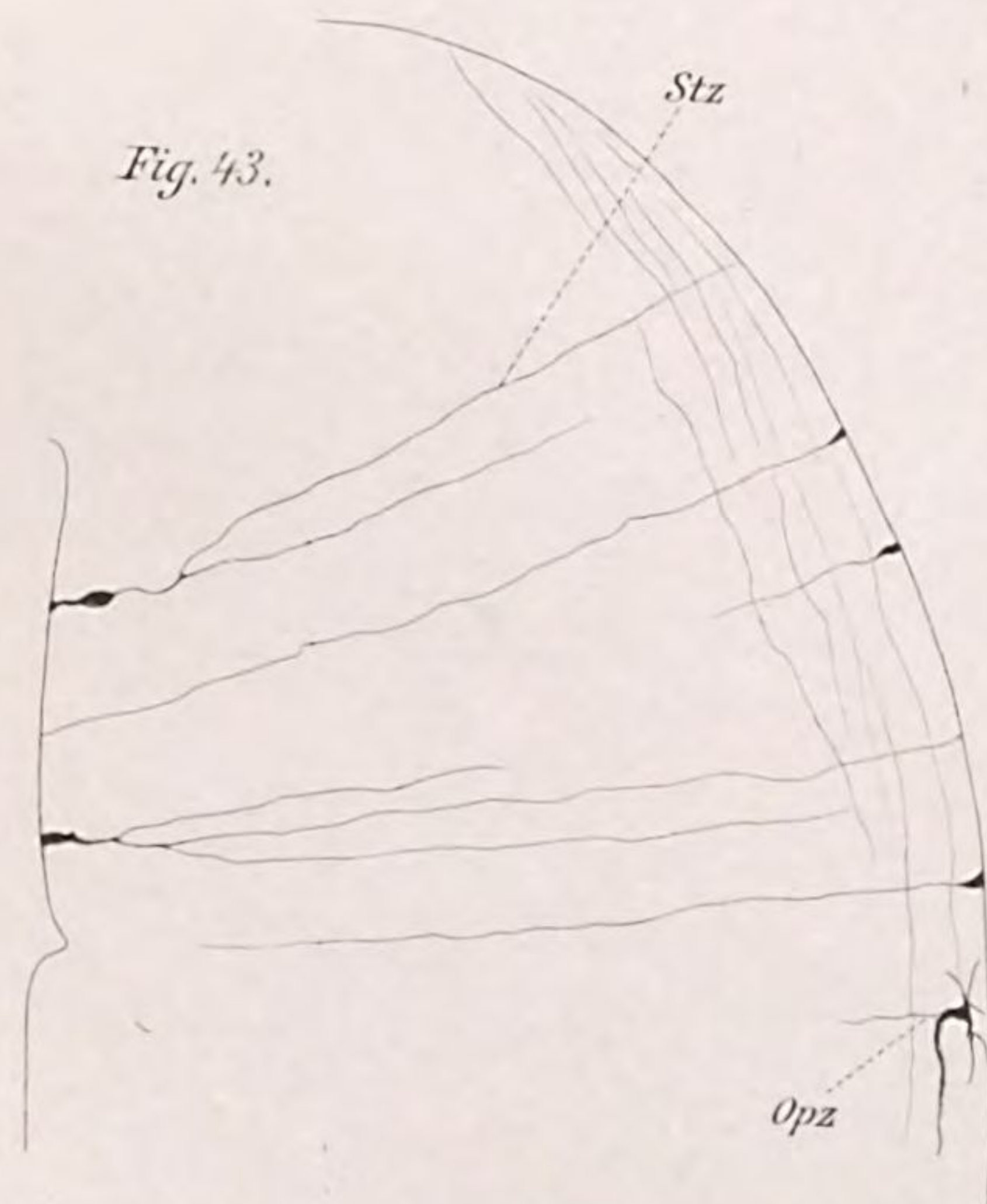


Fig. 40.



Fig. 43.



Protopterus.

Fig. 44.

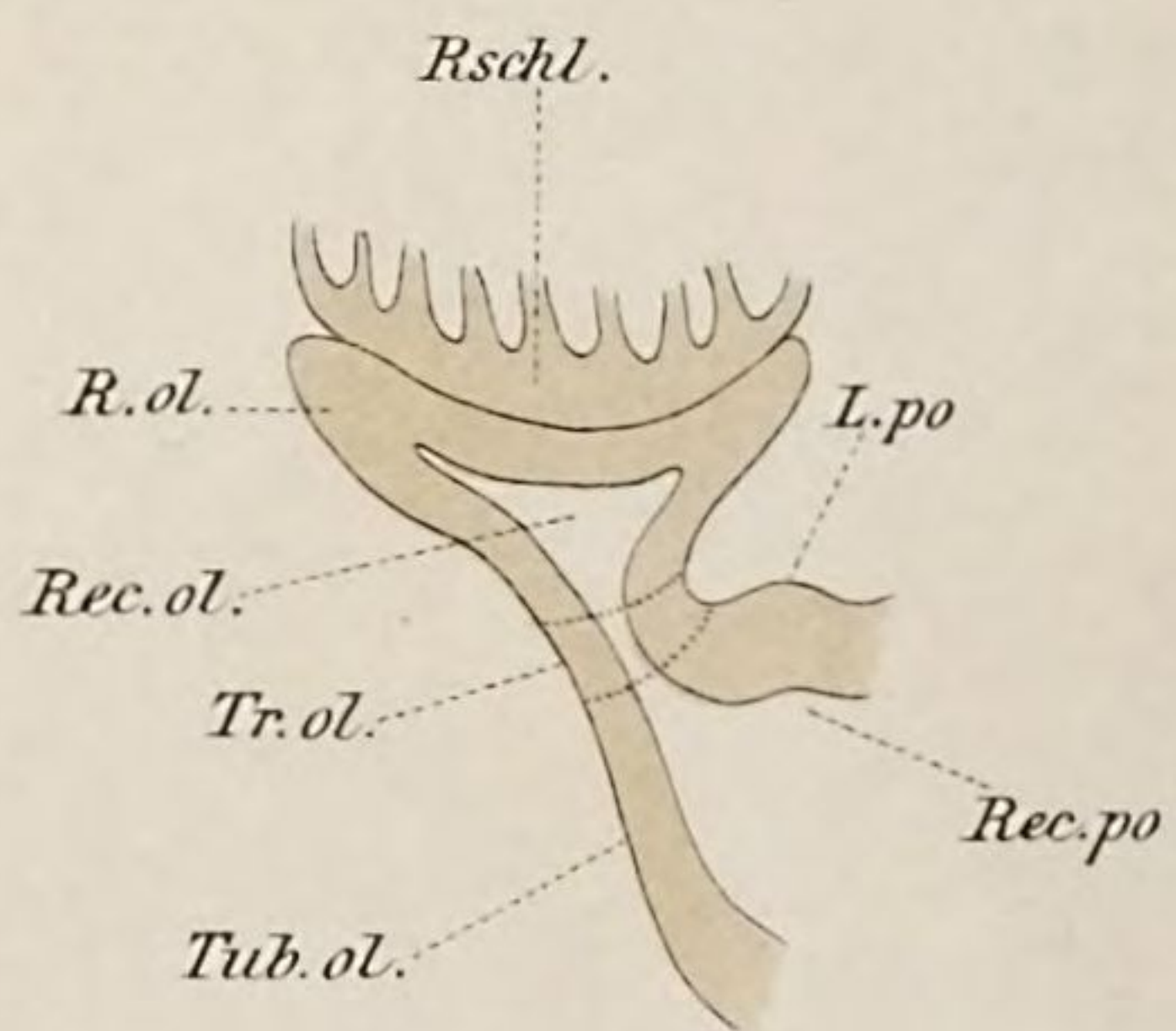


Fig. 45.

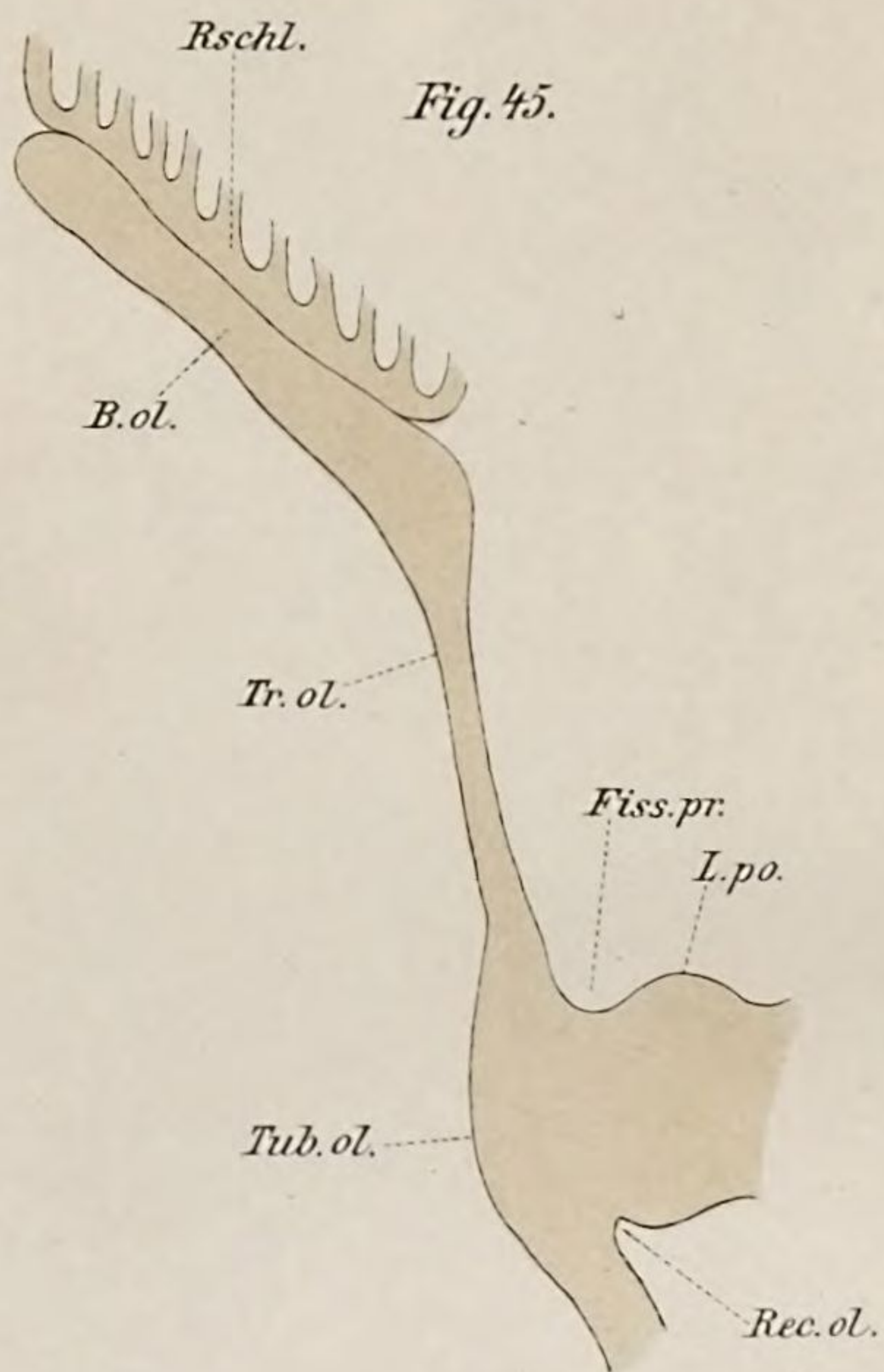


Fig. 46.

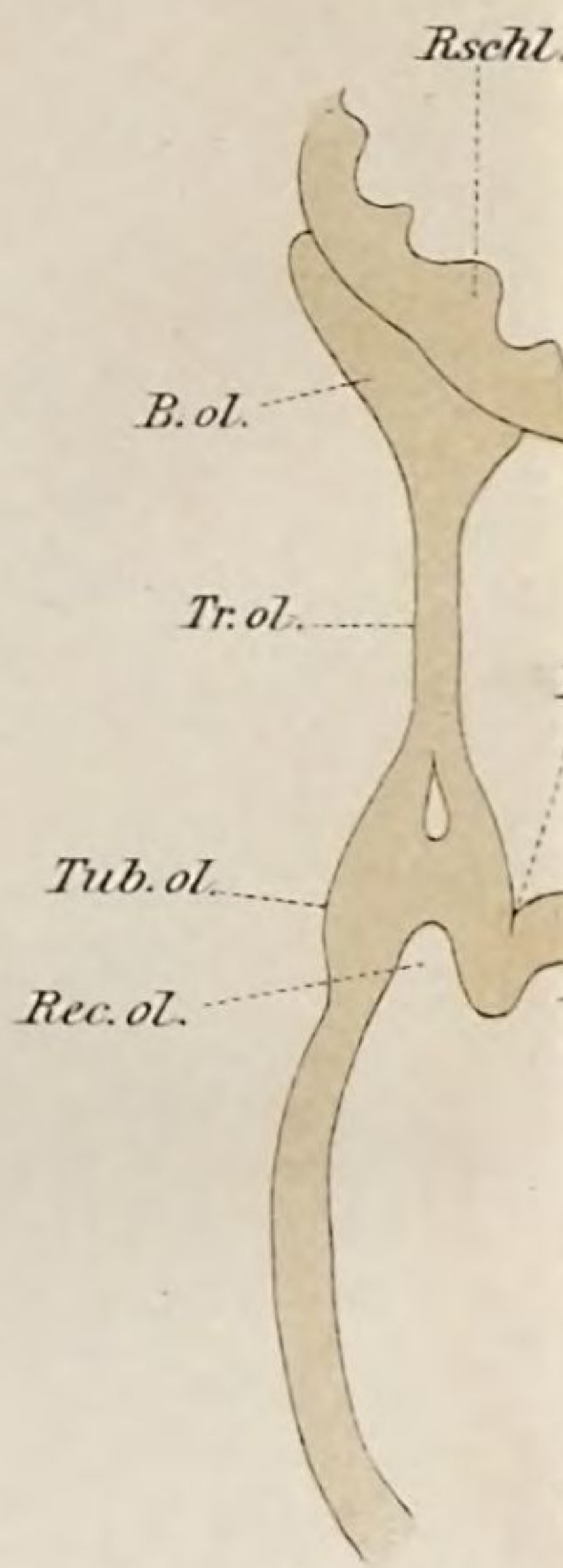


Fig. 48.

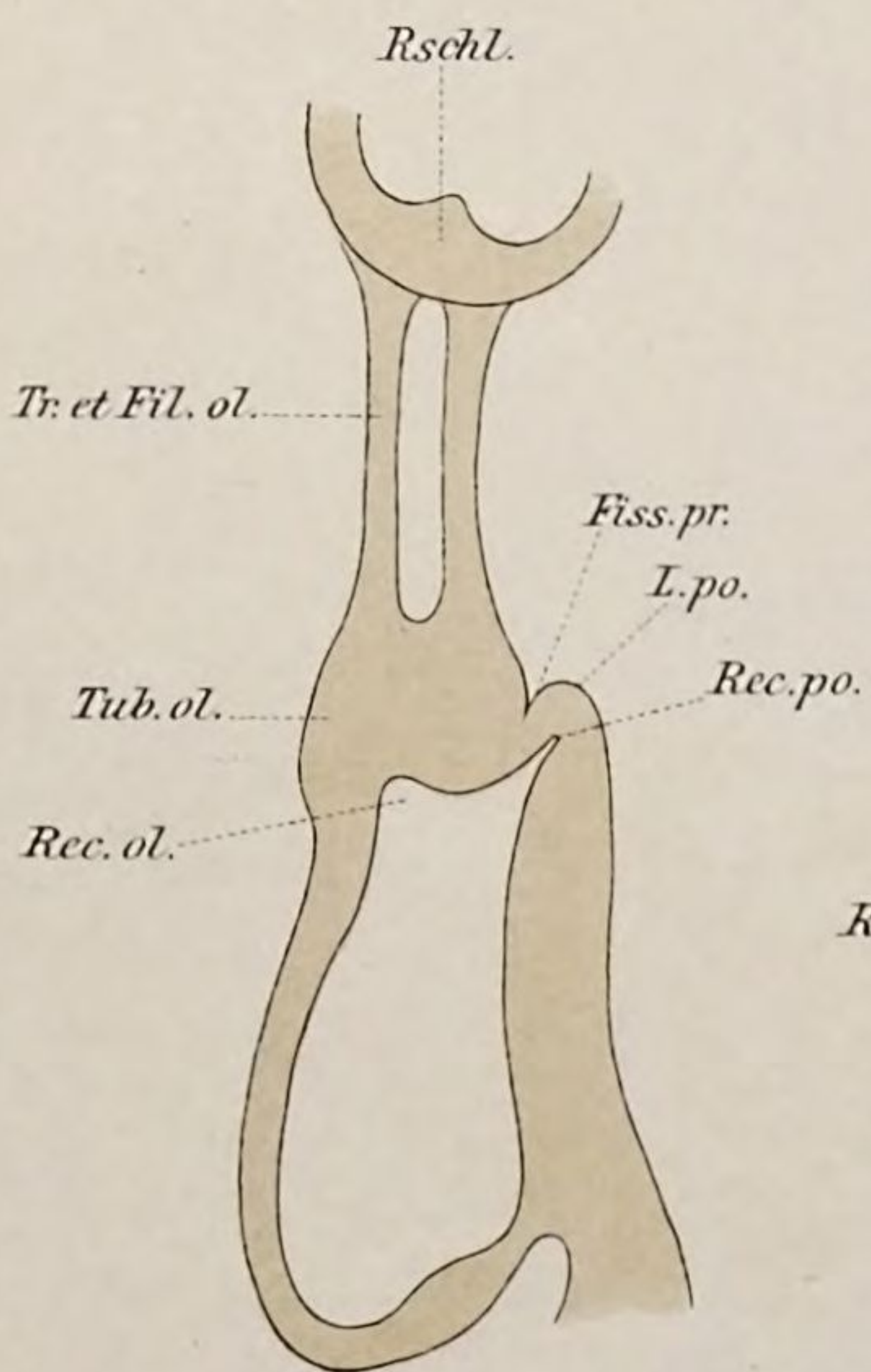


Fig. 47.

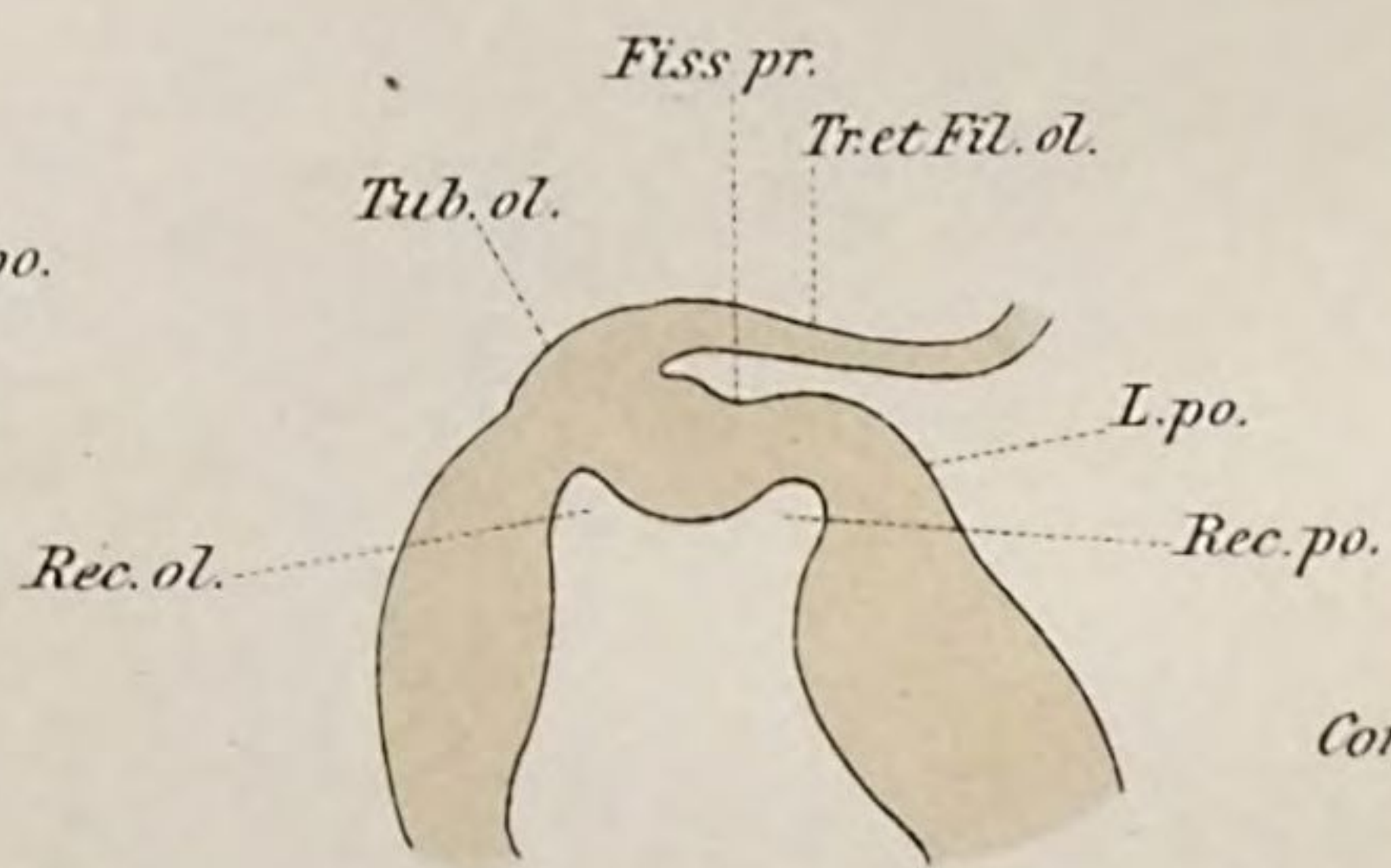


Fig. 51.

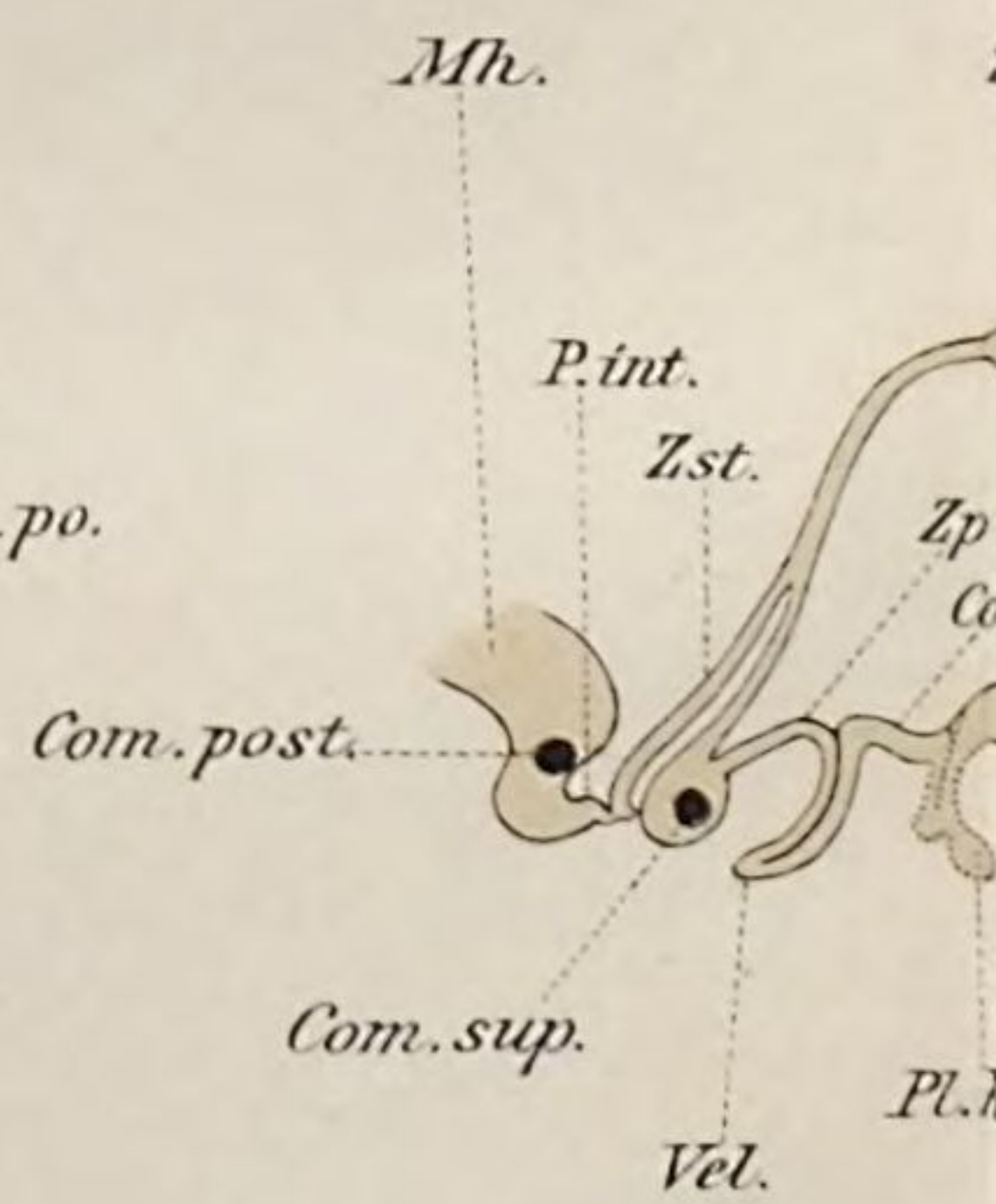


Fig. 46.

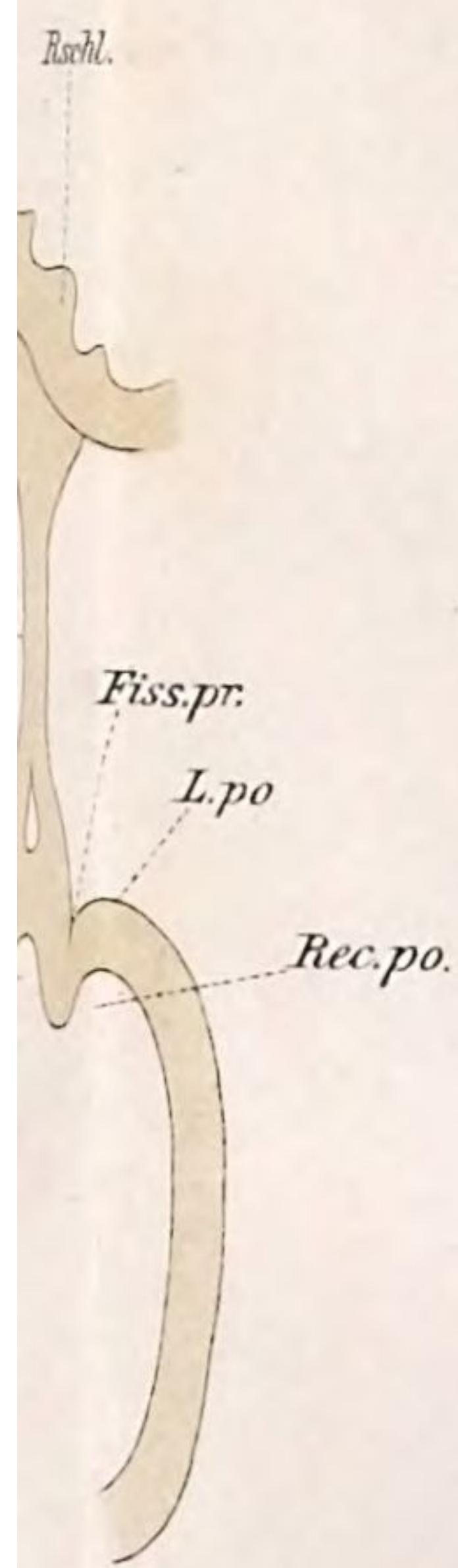


Fig. 49.

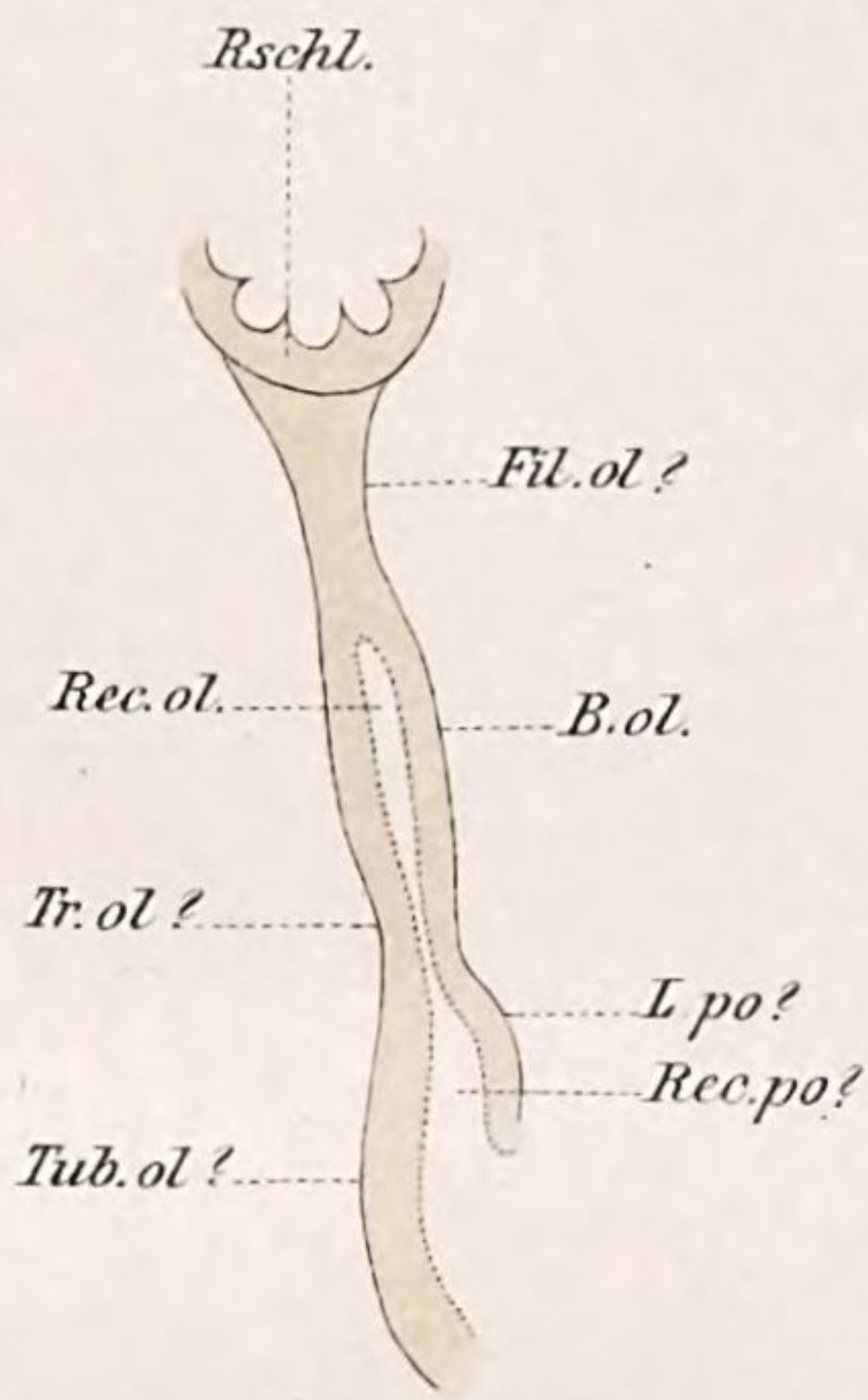


Fig. 50.

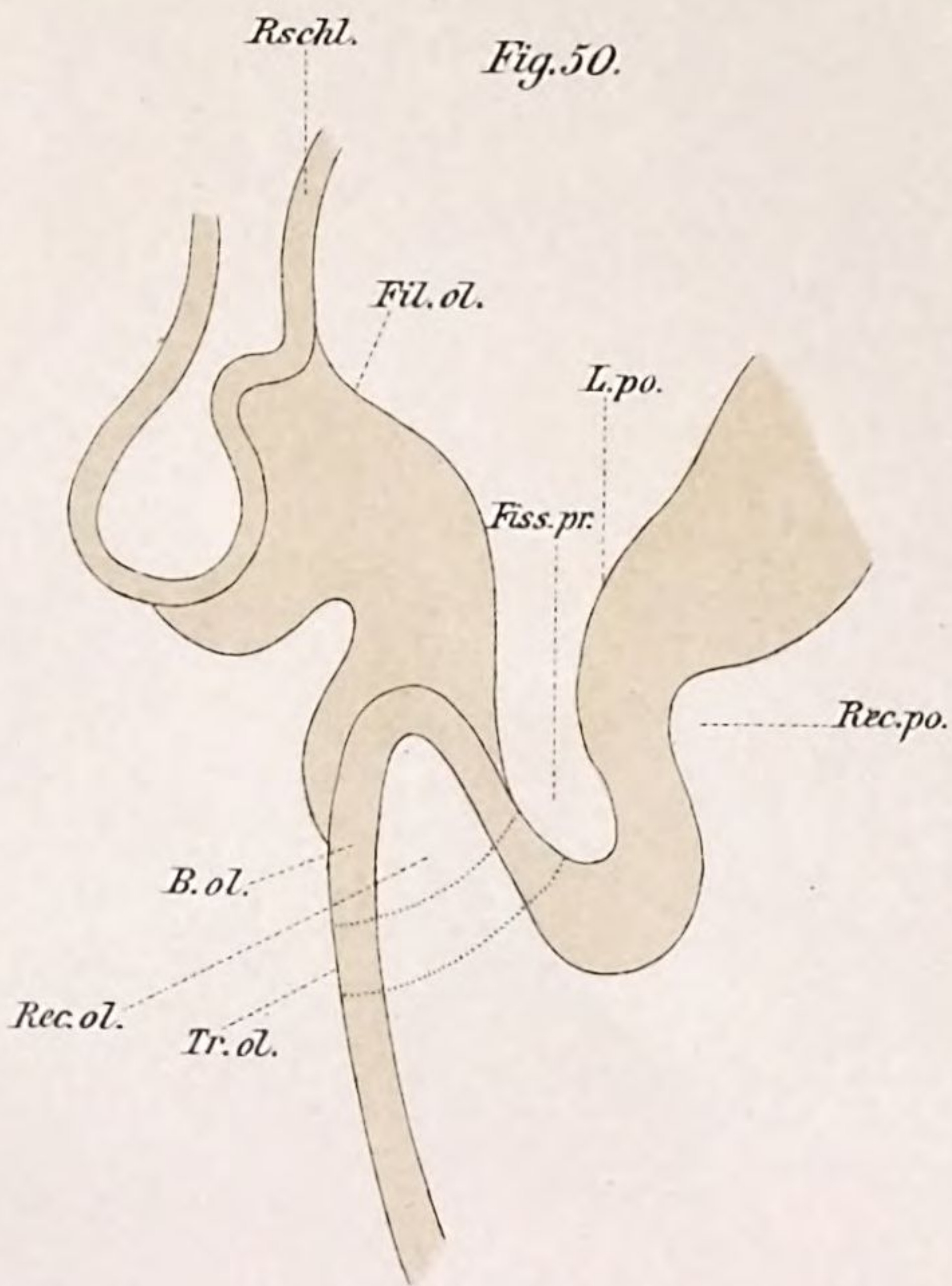


Fig. 52.

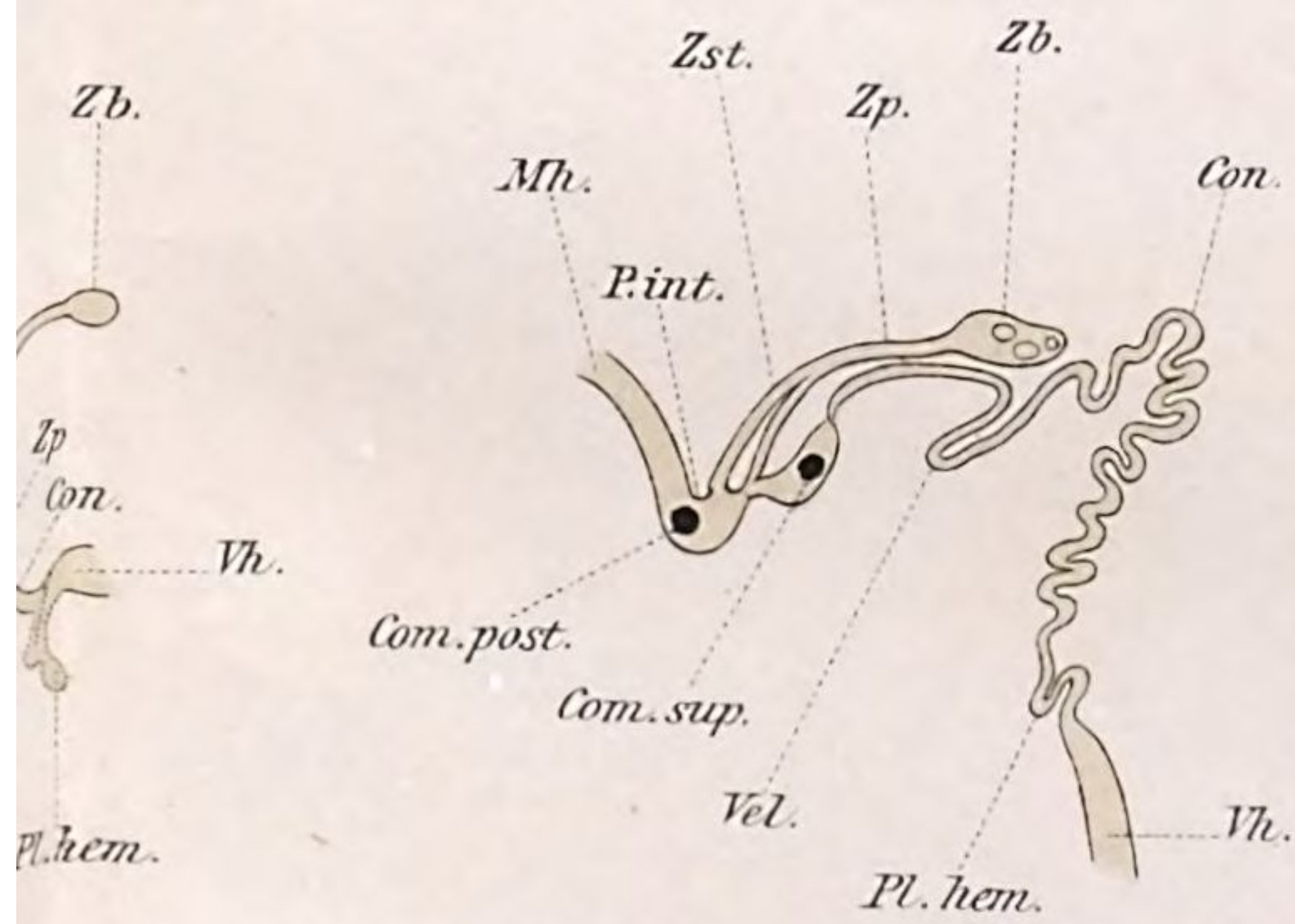
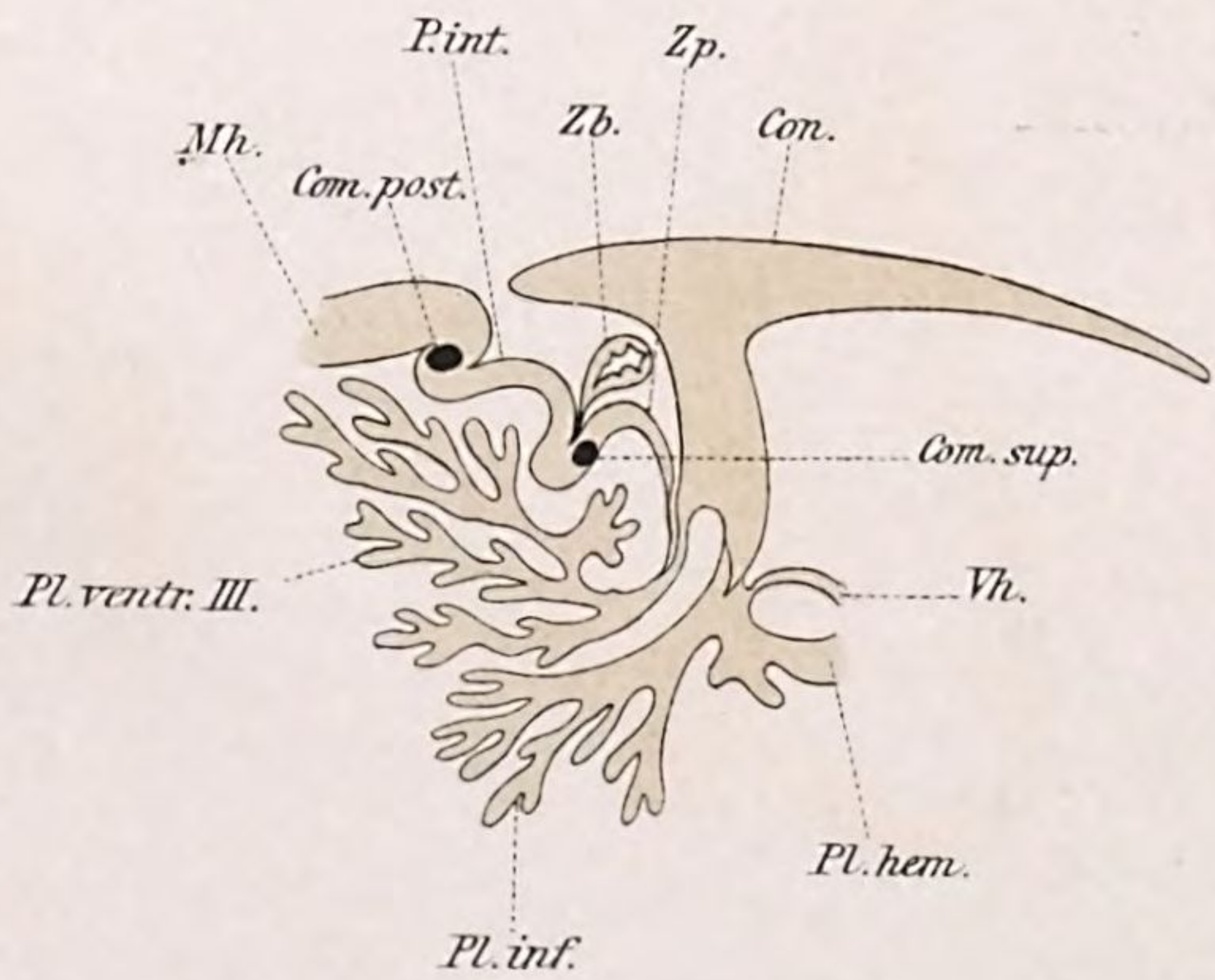


Fig. 53.



Verlag von **R. FRIEDLÄNDER & SOHN, BERLIN.**

Prof. **C. B. BRÜHL** (Wien).

Beiträge zur Osteologie der Knochenfische.

Neue unveränderte Ausgabe.

1887. 130 Seiten, Gross-Quart, mit 11 Tafeln.

Ermässiger Preis **5 Mark.**

Dr. **J. TH. CATTIE.**

Vergelijkend-Anatomische en Histologische Onderzoekingen

van de

Epiphysis Cerebri der Plagiostomi, Ganiodei en Teleostei.

1881. 104 Seiten, Gross-Oktav, mit 3 Tafeln.

Preis **2 Mark.**

Prof. **W. SALENSKY** (Odessa).

Entwicklungsgeschichte des Sterlets

[*Acipenser ruthenus*].

Theil I: Embryologische Entwicklung. — Theil II: Postembryologische Entwicklung und Entwicklung der Organe.

In russischer Sprache.

1878—1880. III und 545 Seiten, Gross-Oktav, mit 19 Tafeln in Quart.

Preis **25 Mark.**

Prof. **H. STANNIUS.**

Das peripherische Nervensystem der Fische

anatomisch und physiologisch dargestellt.

1849. IV und 156 Seiten, Quart, mit 5 Tafeln (29 Abbildungen).

Ermässiger Preis **5 Mark.**

G. WINTHER.

Fiskenes Ansigt.

[*Capitis Piscium Anatomia comparata.*]

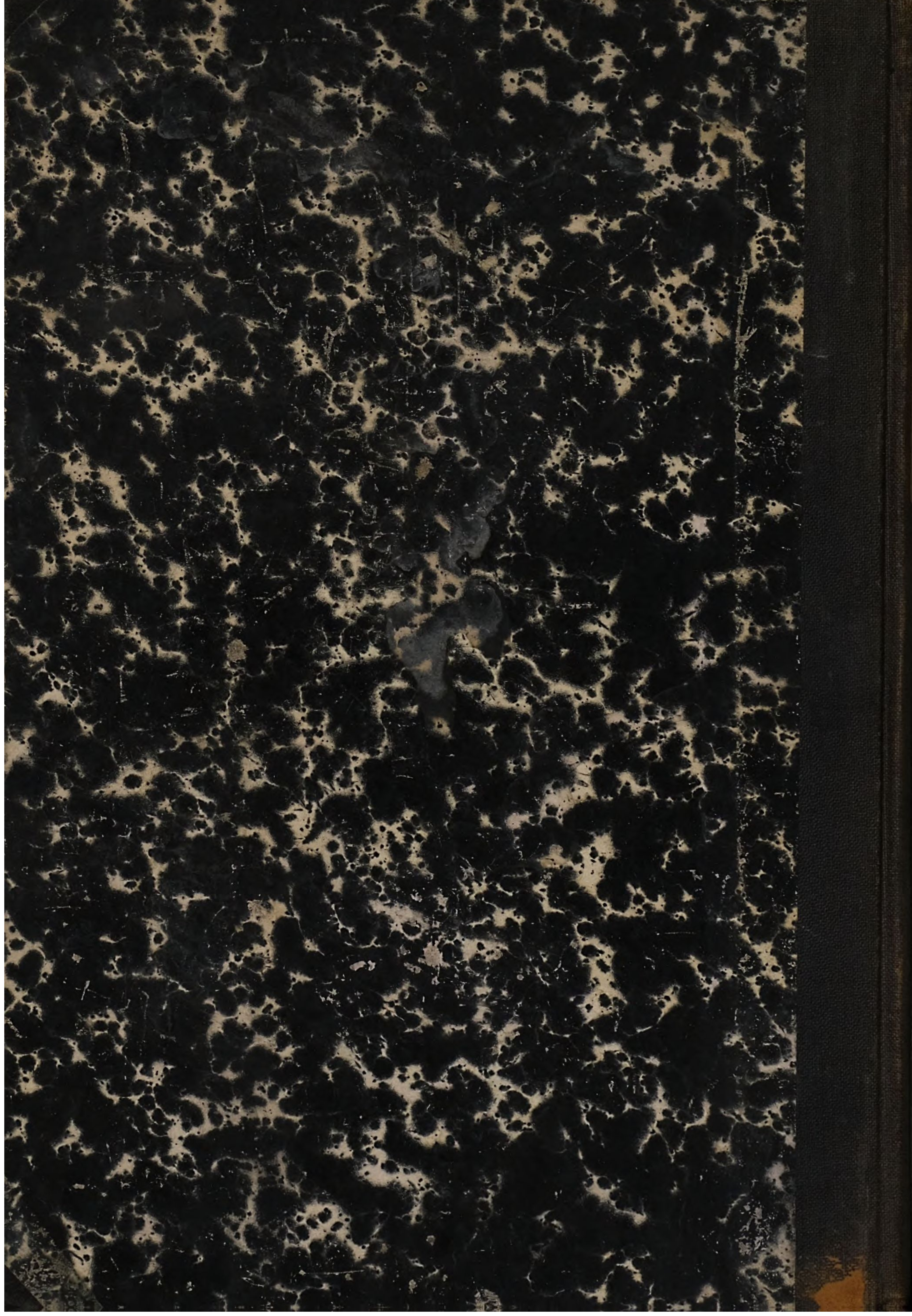
En comparativ-anatomisk Undersögelse.

1875—1878. 3 Theile:

433 Seiten, Gross-Oktav, mit 9 Kupfertafeln (270 Abbildungen).

Preis **12 Mark.**

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin W.



Burckhardt, Rudolf,

Das Zentralnervensystem von Protopterus annectens

Berlin 1892

Anat. 102 I

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11549767-6